

Das Motivationspotenzial von Spielen erschließen

Künstliche Intelligenz als Lotse im Prozess der kreativen Gestaltung von motivierenden Lerngelegenheiten

Thomas Bröker, Thomas Voit und Benjamin Zinger

Abstract: Spiele bergen ein großes Motivationspotenzial. Sie zeigen, dass Menschen sich nicht nur freiwillig, sondern begeistert mit schwierigen Problemen auseinandersetzen können. Übertragen auf den Bildungskontext könnte dieses Potenzial auch das Lernen beflügeln. Der große Möglichkeitsraum des Spieldesigns überfordert Lehrende und Lernende jedoch oftmals, wenn sie ihn auf Lerngelegenheiten übertragen wollen. Künstliche Intelligenz (KI) kann einen solchen kreativen Gestaltungsprozess unterstützen. Als Teil eines methodischen Vorgehens kann sie den schwer überschaubaren Fundus spielerischer Elemente zugänglich machen. Auch ohne Spieldesignerfahrung können Lehrende und Lernende so das Potenzial von Spielen nutzen, um motivierende Lerngelegenheiten zu gestalten. Dafür haben wir in einen bereits erprobten, kreativen Arbeitsprozess, mit dem Nutzer:innen die Motivation in spielfremden Kontexten analysieren und weiterentwickeln können, eine KI eingebunden und Studierende damit in einem Seminar arbeiten lassen. Als Auftragnehmer hatten sie die Aufgabe Lerngelegenheiten motivierender zu gestalten. Anhand von Fokusgruppeninterviews haben wir explorativ untersucht, ob und wie die KI ihre Kreativität unterstützen konnte.

Games hold great motivational potential. They show that people can deal with difficult problems not only voluntarily but also enthusiastically. This potential could be used to inspire learning in educational contexts. However, the large number of possible structures provided by game design tends to overwhelm both teachers and learners when they try to transfer them to the context of learning. Artificial intelligence (AI) can support this creative design process. As part of a methodical approach, it can make the pool of game elements accessible. Even without any prior experience in game design, teachers, and learners can thus use the potential of games to create motivating learning opportunities. In a seminar with students, we integrated an AI into a tested creative workflow, where users analyze and develop motivation in non-game contexts. Using focus group interviews, we explored whether and how it could support the users' creativity. The results show that the students used the AI to validate their ideas, and that it was predominantly perceived as supporting their creativity.

Keywords: *Gamification, künstliche Intelligenz, Kreativität, Assistenz / Gamification, artificial intelligence, creativity, assistance.*

1 Einleitung

Die uralte kulturelle Leistung des Menschen, Geschichten zu erzählen, versetzt die Zuhörenden in eine passive – konsumierende – Rolle. Sie folgen einem vorgegebenen Verlauf. Spiele hingegen zeigen hier ihr motivierendes Potenzial, indem sie die Beteiligten zu einem Teil der Geschichte machen und ihnen erlauben, deren Verlauf aktiv zu beeinflussen. Wie motivierend sie auf Menschen wirken, zeigt die Geschwindigkeit, mit der die Spieleindustrie seit den 2000er-Jahren zur Filmbranche aufgeholt und sie schließlich überholt hat. Auch in der Bildungsforschung hat sich die Perspektive von den konsumierenden zu den aktiven, Wissen konstruierenden Lernenden verändert. Und so haben auch Spiele mit ihrem Motivationspotenzial das Interesse von Lehrenden und Forschenden geweckt. Wie vorbildlich Spiele Motivation und Lernen verbinden können, zeigen Ergebnisse aus der Spielesforschung (u.a. Squire 2005, Gee 2007, Steinkuehler & Duncan 2008, Mayo 2009, Bröker 2016). Damit Lernprozesse mithilfe von Spielprinzipien motivierend gestaltet werden können, muss das zugrundeliegende Wissen darüber, wie Spiele motivieren, allerdings erst für den Kontext des Lernens erschlossen werden. Dafür greifen wir auf die Ergebnisse des Projekts »Empirische Analyse motivierender Spielelemente« (EMPAMOS) zurück. Die Ergebnisse des Projekts, das methodische Vorgehen und die damit verbundene Künstliche Intelligenz (KI) haben wir in einer Lehrveranstaltung eingesetzt, in der Studierende verschiedene Lerngelegenheiten motivierender gestalten sollten. Anhand von Fokusgruppeninterviews haben wir den Nutzen der KI in diesem kreativen Arbeitsprozess untersucht.

Abschnitt 2 gibt einen Überblick über die Problemstellung und unseren Lösungsansatz. In Abschnitt 3 beschreiben wir die Datengrundlage von EMPAMOS, in Abschnitt 4 das damit verbundene methodische Vorgehen und in Abschnitt 5, wie die KI darin eingebunden ist. In Abschnitt 6 erläutern wir anhand von leitfadengestützten Fokusgruppeninterviews, wie Studierende die Methodik in Verbindung mit der unterstützenden KI einschätzen.

2 Den fehlenden Zugang zum Spieldesign erschließen

Seit vielen Jahren blicken Bildungsforscher:innen und Lehrende hoffnungsvoll auf Spiele. Freiwillig und ohne Zwang setzen sich Spieler:innen intensiv mit den darin gestellten Herausforderungen auseinander und entwickeln Strategien, um sie zu meistern. Das Potenzial von Spielen, Menschen zu motivieren, würden Forscher:in-

nen und Lehrende gerne auf den spielfremden Kontext des Lernens übertragen. Ein spielfremder Kontext ist gegeben, wenn ihm eines oder mehrere Merkmale fehlen, die Huizinga (2009, S. 22) als das Wesen eines Spiels charakterisiert:

Tabelle 1: Wesensmerkmale eines Spiels nach Huizinga (2009, S. 22).

1. Spiel ist freies Handeln ohne Zwang.	6. Spiel hat eine sich wiederholende innere Ordnung.
2. Spiel ist vom gewöhnlichen Leben getrennt.	7. Spiel ist spannend, da das Spielende ungewiss ist.
3. Spiel ist zeitlich und räumlich klar getrennt.	8. Spiel kann Spieler ernsthaft in Beschlag nehmen.
4. Spiel ist keine Lebensnotwendigkeit.	9. Spiel schafft Spielgemeinschaften.
5. Spiel hat eigene Spielregeln.	

Spielerische Erfahrungen, die Menschen motivieren, können allerdings auch in spielfremden Kontexten gefunden oder dort integriert werden (Högberg et al., 2019, S. 620).

Mit der Hoffnung, auch das Lernen motivierender zu gestalten, zog 2011 *Game-based Learning* in die Lehr- und Lerntrends der *Horizon Reports* ein. Ein Trend, der sich in den Folgejahren zunehmend in Richtung *Gamification* veränderte (Kapp 2012, Kapp/Blair/Mesch 2014, Reiners/Wood 2015). Statt Spiele für das Lernen zu entwickeln, erschien es vielversprechender, spielfremde Kontexte mit spielerischen Elementen anzureichern – sie zu gamifizieren. Unter dem Begriff *Gamification* schienen Siegpunkte, Auszeichnungen und Bestenlisten als schnelle und einfache Lösung, um beliebige Situationen motivierender zu gestalten. Das änderte jedoch nichts an der ursprünglichen, nicht motivierenden Situation: Sie kam wieder zum Vorschein, sobald die spielerische Ebene ihre Wirkung verlor. Der Ansatz von *Gamification*, bei dem spielerische Elemente wie eine »Soße« über Situationen gegossen werden, wird daher auch als »chocolate covered broccoli« bezeichnet (Kumar/Herger 2013, S. 12). Aber die Schokolade kann den Brokkoli nur auf den ersten Blick verstecken. Und wenn die Lernenden unter der Schokolade das unliebsame Gemüse entdeckt haben, kann die anfängliche Freude am Spiel in Misstrauen gegenüber spielerischen Elementen umschlagen.

Der Versuch, das motivierende Potenzial von Spielen so auf das Lernen zu übertragen, dass das Spielerische zum festen Bestandteil des Lernprozesses wird, erweist sich als anspruchsvoll. Spielentwickler:innen können ihr implizites Wissen darüber, mit welchen Spielelementen es ihnen gelingt, ein gutes Spiel zu entwi-

ckeln, nur ansatzweise explizieren. Jede taxonomische Liste von Spielelementen bleibt unvollständig, solange sie nur die subjektive Sicht von Spielentwickler:innen widerspiegelt (Schell 2009, S. 130). Das implizite Wissen zu Spielelementen, das die Entwickler:innen durch Erfahrung gewonnen haben, steckt jedoch in den von ihnen gestalteten Spielen. Forschende haben daher ausgehend von den Spielen zahlreiche Design-Elemente identifiziert, die diese charakterisieren und motivierend machen (u.a. Bjork & Holopainen 2005, Gee 2007, Laine & Lindberg 2020). Im Projekt EMPAMOS wurde nicht nur eine umfassende Sammlung dieser Spielelemente empirisch ermittelt. Auch ein methodisches Vorgehen ist Teil der Entwicklung. Damit können diese Elemente zielgerichtet auf spielfremde Kontexte, wie etwa Situationen aus der Arbeitswelt oder in Kultur- und Bildungseinrichtungen übertragen werden. Ziel dieses Vorgehens ist es, die motivierenden Strukturen von Spielen in den jeweiligen Kontext zu integrieren, statt tatsächliche Spiele zu entwickeln.

Da die schiere Zahl der Elemente den Umgang damit schwierig macht, wurde das methodische Vorgehen um eine KI erweitert. Sie soll helfen, die umfangreichen Daten aus der empirischen Spielanalyse zu erschließen und dadurch das implizite Wissen der Spielentwickler:innen in konkrete Design-Vorschläge zu übersetzen.

Wir, als Autoren des vorliegenden Beitrags, greifen auf die Ergebnisse des EMPAMOS-Projekts zurück und setzen es ein, um das motivierende Potenzial von Spielen für das Lernen zu nutzen. Unsere übergeordnete Forschungsfrage lautet daher: Wie können die motivierenden Elemente von Spielen so erschlossen werden, dass Lehrende und Lernende sie kreativ und zielgerichtet für die Gestaltung von Lerngelegenheiten einsetzen können? In einem ersten, explorativen Schritt haben wir hierzu untersucht, wie Studierende die Vorschläge einer KI bewerten, um Lerngelegenheiten motivierender zu gestalten. Wir sind dabei der Frage nachgegangen, wie eine KI den kreativen Prozess unterstützen und fördern kann, bei dem die Nutzer:innen mithilfe von EMPAMOS eine Lerngelegenheit analysieren und weiterentwickeln.

Mit dem Fokus auf Studierende – also die Lernenden – folgen wir dem viel zitierten *shift from teaching to learning* (Berendt 2005), also der Ausrichtung der Lehre an den Lernenden und ihren Lernprozessen. Zudem geht es im Sinne des eigenverantwortlichen Lernens auch darum, Studierende dabei zu unterstützen, ihre eigenen Lernprozesse zu gestalten und sich an der Gestaltung formaler Lerngelegenheiten zu beteiligen.

Wie alle kreativen Prozesse erfordert auch das Entwickeln von Lerngelegenheiten divergentes und konvergentes Denken in und zwischen den beteiligten Domänen. Nutzer:innen bringen ihre jeweiligen fachlichen und überfachlichen Erfahrungen mit, doch die Domäne der Spiele als Ideenpool für motivierende Lerngelegenheiten ist ihnen oftmals unbekannt. Einsteiger:innen sind deshalb häufig überfordert, wenn es darum geht, mit der Vielzahl spielerischer Elemente und dem Viel-

fachen der möglichen Kombinationen umzugehen und diese zielgerichtet in einen Gestaltungsprozess einfließen zu lassen.

Eine KI kann diese kreative Aufgabe nicht übernehmen. Ihr fehlen die impliziten Erfahrungen aus dem jeweiligen Kontext, wie etwa das fachliche Verständnis und Kenntnisse zu Interessen, Gewohnheiten und kognitiven Prozesse der Zielgruppe. Eine KI ist beispielsweise nicht in der Lage, Spielelemente zu identifizieren, die im jeweiligen spielfremden Kontext bereits vorhanden sind, dort aber nur unvollständig und anders als in Spielen üblich implementiert wurden.

Die technischen Möglichkeiten künstlicher Intelligenz erlauben es jedoch, das implizite Wissen von Spielentwickler:innen zu erschließen. Anhand der Vorauswahl der a priori bereits vorhandenen Spielelemente kann eine KI aus der Vielzahl erfolgreicher Kombinationen, Vorschläge für weitere Elemente und Verbindungen generieren. Statt mit dem vollständigen Möglichkeitsraum von Spielen konfrontiert zu werden, können sich die Nutzer:innen auf die Untermenge passender Anschluss-elemente konzentrieren.

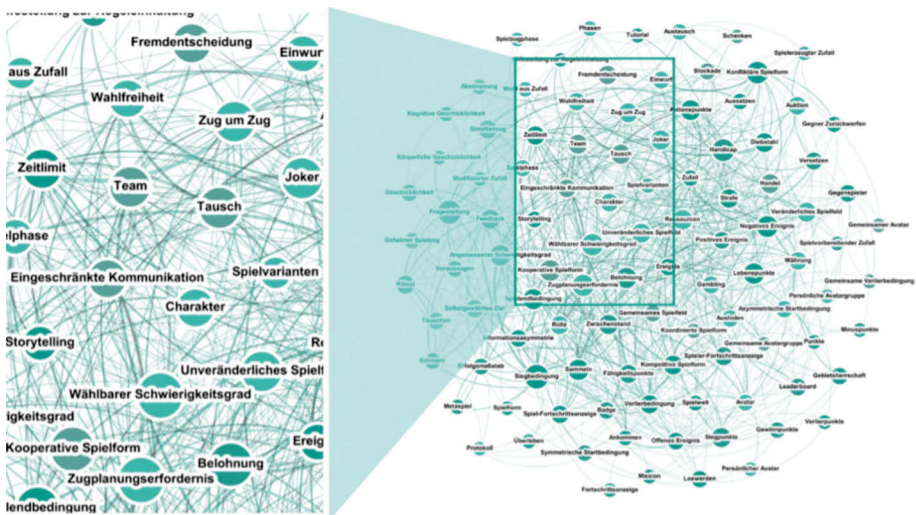
3 EMPAMOS – das gesammelte Wissen der Spielentwickler:innen

Das Projekt EMPAMOS (Empirische Analyse motivierender Spielelemente) erfasst das implizite Wissen von Spielentwickler:innen über den Umweg der Spielanalyse. Es identifiziert, welche Elemente sie in Brett- und Gesellschaftsspielen einsetzen und miteinander kombinieren, um dadurch menschliches Handeln und Interaktion zu motivieren. Seit 2016 arbeitet ein Team der Technischen Hochschule Nürnberg und des Deutschen Spielearchivs unter der Leitung von Thomas Voit an diesem Projekt. Die im Rahmen von EMPAMOS durchgeführte Interpretation und Dokumentation der spieltypischen Elemente lehnt sich an die Methodik der Entwurfsmuster von Christopher Alexander in der Architektur an (Alexander/Ishikawa/Silverstein 1977). Jedes Spielelement beschreibt dabei eine praktisch bewährte Designlösung für ein wiederkehrendes Entwurfsproblem (Björk & Holopainen 2005, S. 33). Indem einzelne Elemente eines Spiels gedanklich entfernt und die Folgen dieser Veränderung auf die Motivation betrachtet werden, zeigen sich die Probleme, die ebendiese Elemente lösen. Das Spielelement *Zufall* verhindert beispielsweise, dass der Spielverlauf zu vorhersehbar ist. Außerdem erhält es den Wiederspielwert eines Spiels. Alexander bezeichnet solche Probleme in seiner Design-Theorie allgemein als *Misfits*. Misfits sind negative Eigenschaften, die hervortreten, wenn ein Design nur unzureichend an den Kontext und die dort wirksamen Kräfte angepasst ist (Alexander 1964, S. 23).

Spiele werden freiwillig gespielt (Huizinga 2009, S. 22), weil sie die motivationalen Bedürfnisse der Spieler:innen befriedigen (Ryan/Rigby/Przbylski 2006). Misfits in Spielen können also als typische nicht erfüllte motivationale Bedürfnisse

beschrieben werden. Im Anschluss an die Selbstbestimmungstheorie von Deci & Ryan (1985) und dem erweiterten kognitiven Modell (Rheinberg 2006, S. 341) lassen sich diese Bedürfnisse in vier Kategorien einteilen (Sailer 2017, S. 113–125): Autonomieerleben, soziale Eingebundenheit, Kompetenzerleben und Bedeutung. Das Projekt EMPAMOS hat, ausgehend von diesen Bedürfnissen, 25 generische Misfits und rund 100 Spielelemente identifiziert und in Form einer Mustersprache beschrieben. Wie Spielentwickler:innen diese Elemente kombinieren und damit Misfits vermeiden, wurde mithilfe maschineller Lernverfahren aus einem Datensatz von 8.300 Spielen und rund 50.000 empirischen Einzelbelegen gewonnen (Voit et al., 2020). Abbildung 1 visualisiert diesen aus der datengetriebenen Analyse gewonnenen Möglichkeitsraum von über 1.800 dokumentierten Elementkombinationen.

Abbildung 1: Möglichkeitsraum zur Kombination spieltypischer Elemente.



4 EMPAMOS – der Designprozess zur Gestaltung motivierender Lerngelegenheiten

Aus der großen Anzahl von Spielelementen und ihren möglichen Kombinationen ergibt sich ein enormer Möglichkeitsraum. Er kann vom Menschen nur in begrenztem Umfang erfasst und zielgerichtet genutzt werden. Das Arbeitsgedächtnis kann sich nur etwa vier Informationspakete merken. Diese sogenannten *chunks* sind Konzept-sammlungen, die einen starken Bezug zueinander haben (Cowan, 2001). Gleich-

zeitig sind Menschen von einer großen Auswahl überfordert (Iyengar und Lepper, 2000). So bezeichnen Laine und Lindberg (2020) bereits die 54 Designprinzipien von Spielen als »*overwhelming*«, die sie anhand einer Literaturrecherche ermittelt haben. Der noch umfangreichere Möglichkeitsraum von EMPAMOS macht den Überblick umso schwieriger. Um das motivierende Potenzial von Spielen zielgerichtet auf einen spielfremden Kontext zu übertragen und darin zu integrieren, müssen die Nutzer:innen jedoch befähigt werden, Elemente zwischen ihrem Kontext und dem von Spielen wechselseitig zu »übersetzen«. Dieses Übersetzen erfordert, dass sie vorhandene Spielelemente in spielfremden Kontexten (wieder-)erkennen und sich konkrete Umsetzungen für noch nicht vorhandene Spielelemente vorstellen können.

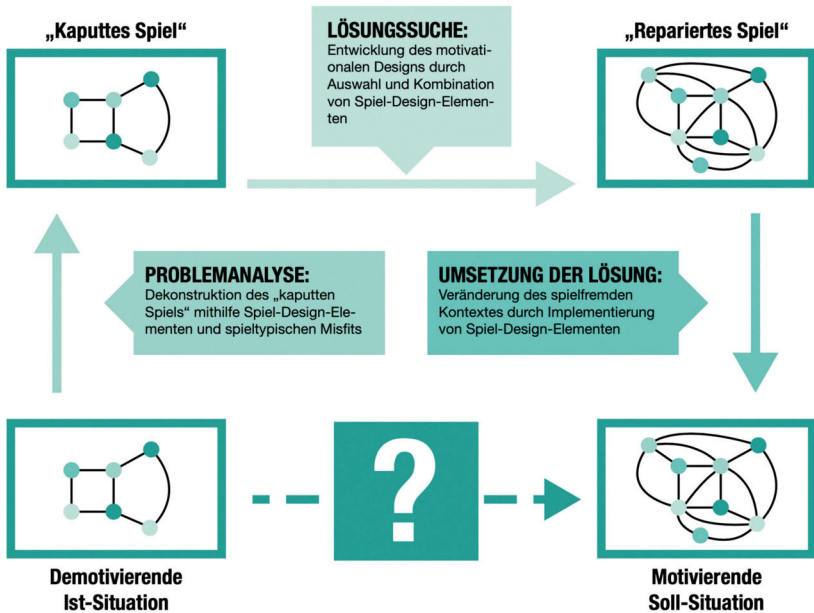
EMPAMOS verbindet daher das Wissen zu Spielen mit einem methodischen Vorgehen, um diesen kreativen Arbeits- und Übersetzungsprozess zu fördern. Dabei entwickeln die Nutzer:innen kein Spiel oder eine zusätzliche Spielebene. Sie betrachten die Situation, mit der sie unzufrieden sind, vielmehr als »kaputtes Spiel«, das motivationale Bedürfnisse nicht adressiert. Dafür begeben sie sich methodisch auf einen Umweg: Sie übersetzen ihre Lerngelegenheit in ein Modellsystem von Spielelementen. Dieses Konzept entspricht der modellgestützten Untersuchungssituation nach Ferstl (1979, S. 80). Hierbei wird ein problembehaftetes Originalsystem zunächst in ein Modellsystem überführt, um auf dieser Modellebene auf ein geeigneteres Lösungsverfahren zurückgreifen zu können. Die Nutzer:innen wechseln durch diesen Übersetzungsprozess ihre Perspektive. Dabei stehen nicht mehr Lernziele im Vordergrund, sondern das angestrebte Verhalten und die dafür notwendigen Motivationsfaktoren. Indem die Nutzer:innen ihren spielfremden Kontext auf der Modellebene der Spieldesign-Elemente als »kaputtes Spiel« rekonstruieren und weiterentwickeln, verändern sie das System selbst, statt eine zusätzliche Schicht darüberzulegen. Im Ergebnis muss das Originalsystem nicht zwangsläufig einen spielerischen Charakter haben. Indem Spielelemente in passende Elemente des Originalsystems übersetzt werden, entstehen Kombinationen, die motivierend wirken, aber keinen offensichtlichen Spielcharakter haben.

Bei näherer Betrachtung enthalten viele spielfremde Kontexte bereits Elemente, die mit Spielelementen vergleichbar sind, die durch EMPAMOS identifiziert wurden. Auch Lerngelegenheiten können solche Elemente enthalten. Lehrende und Lernende bewegen sich auf einem *gemeinsamen Spielfeld*, das beispielsweise in Form eines Curriculums und der darin enthaltenen Themenfelder gegeben ist. Noten sind *Belohnung* oder *Strafe* für Leistungen. Ein *Zeitlimit* begrenzt Seminareinheiten und Prüfungsleistungen. Trotzdem wirken sie nicht motivierend. Weil sie nicht so implementiert und aufeinander bezogen sind wie in Spielen, werfen sie Misfits auf.

Indem die Nutzer:innen mithilfe von EMPAMOS spieltypische Elemente in ihren Lerngelegenheiten wiedererkennen, bauen sie einen abstrahierten Entwurf ihres Kontexts auf. Sie übersetzen ihre Lerngelegenheit in die Sprache von Spielen und

lösen sich damit von vertrauten Denkstrukturen. Im ersten Schritt dieses Prozesses arbeiten sie mit analogen Karten, auf denen typische Spielelemente benannt und kurz beschrieben sind. Anhand des Verbindungskatalogs von EMPAMOS können die Nutzer:innen ermitteln, ob und inwieweit sich die ausgewählten Spielelemente zu einem System verbinden lassen. Fehlende Verbindungen zwischen den Spielelementen oder vollständig isolierte Spielelemente, die sich mit keiner der anderen Karten kombinieren lassen, deuten darauf hin, dass motivationale Mängel vorhanden sind. Erst wenn die abstrahierten Elemente erfasst und Lücken zwischen ihnen klargestanden sind, lassen sich kreative Ideen entwickeln, um das »kaputte Spiel« zu »reparieren«.

Abbildung 2: Designprozess der EMPAMOS-Methodik.



Ausgehend von ihren abstrahierten Elementen können Nutzer:innen mithilfe des Verbindungskatalogs die Spielelemente finden, die ihre Lücken schließen. Um das System durch neue Elemente zu erweitern, müssen sie diese in ihre Lerngelegenheit zurückübersetzen. Die Elemente müssen dabei so ausgewählt und kombiniert werden, dass sie spezifische Motivationsprobleme der Zielgruppe adressieren und sich in den spielfremden Kontext gut einfügen. Abbildung 2 fasst die drei Phasen dieses Designprozesses zusammen.

Die Erfahrungen aus insgesamt 12 Workshops mit über 70 unterschiedlichen Teilnehmenden in unterschiedlichen Anwendungsbereichen (Hochschulbildung, Soziale Arbeit, Unternehmen und Kultur) zeigen, dass die Nutzer:innen in diesem Prozess bereits mit einem Set der 25 häufigsten Spielelemente schnell überfordert sind. Eine webbasierte App mit KI-Funktionen (WebApp) soll die Nutzer:innen deshalb in diesem Prozess unterstützen, ohne ihre eigenen kreativen Ideen einzuschränken.

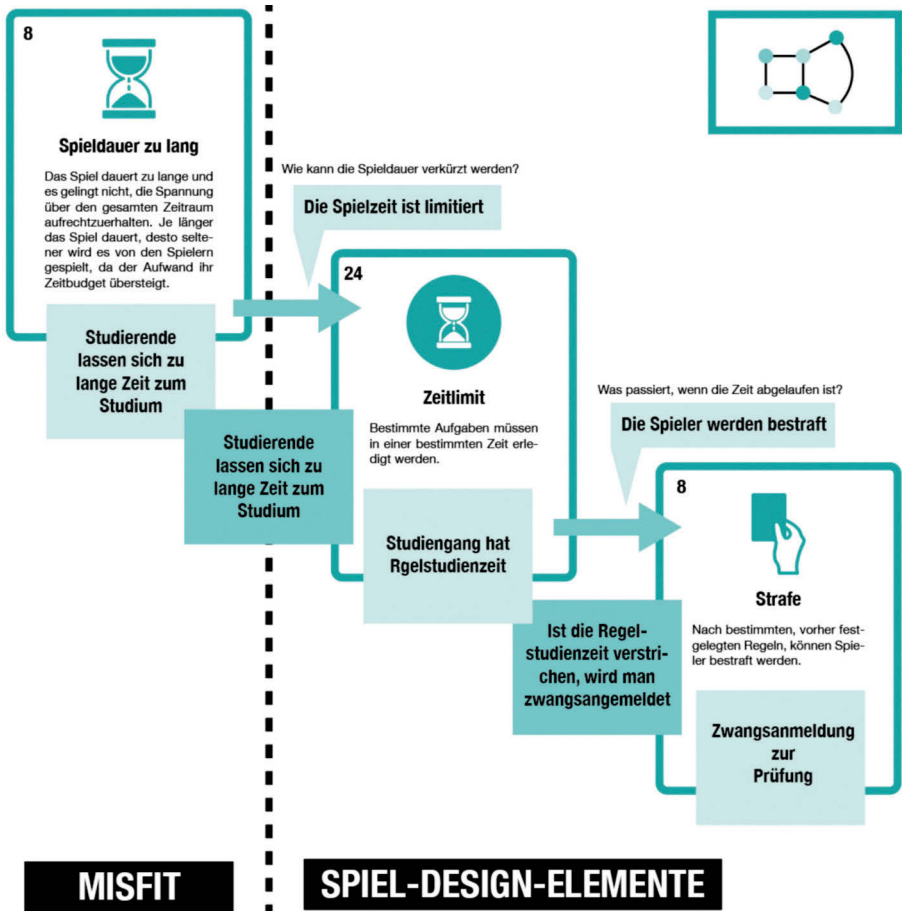
5 KI als Lotse im Gestaltungsprozess

Um Lehrende und Lernende in die Lage zu versetzen, aus bereits vorhandenen Spielelementen eine kreative Lösung für Motivationsprobleme zu entwickeln, verfolgen wir einen Ansatz, der die menschliche Kreativität der Nutzer:innen mit maschineller Datenanalyse kombiniert. Das Zusammenspiel zwischen den Nutzer:innen und dem KI-System ist hierbei aus einer Werkstattperspektive angelegt (Ferstl/Sinz 2013, S. 126): Der Mensch verantwortet den eigentlichen Prozess der Lösungssuche und kann die KI nach eigenem Ermessen wie einen Lotsen in seine Entscheidungen einbeziehen, wenn sich die eigene Kreativität erschöpft.

Misfits und Spielelemente stehen den Nutzer:innen zunächst unabhängig von der WebApp als haptische Spielkarten zur Verfügung. Indem sie diese Karten über Holzverbindungen zu einem System zusammenfügen, können sie eine Lerngelegenheit als »kaputtes Spiel« dekonstruieren. Abbildung 3 zeigt an einem Beispiel aus dem Hochschulkontext, wie sich Aspekte des spielfremden Kontextes als spieltypische Elemente übersetzen lassen.

Haben die Nutzer:innen ihre Lerngelegenheit übersetzt, können sie das spielerische Netzwerk mit Unterstützung der WebApp umbauen und erweitern. Hier steht ihnen der komplette Möglichkeitsraum spieltypischer Motivationslösungen zur Verfügung (s. Abb. 1). Der Weg von der menschlichen Kreativität zu konkreten KI-basierten Vorschlägen folgt hierbei einem dreistufigen Modell.

Abbildung 3: Beispiel für die Dekonstruktion einer vorhandenen Motivationslösung mithilfe des EM-PAMOS-Kartensets.



Stufe 1: Auf der ersten Stufe (kreativ-manuell) können die Nutzer:innen mithilfe der haptischen Karten eigene Ideen entwickeln. Dafür können sie auf 15 Kreativmethoden zurückgreifen, mit denen sie Misfits identifizieren und erste Lösungsideen legen können. In welcher Form die Misfits und Spielelemente im jeweiligen Kontext vorkommen, halten sie auf blauen Klebezetteln fest. Wie die Misfits und Spielelemente aufeinander bezogen sind, beschreiben sie auf gelben Zetteln. Die Verbindungen sind hierbei gerichtet zu interpretieren: Das jeweils unten positionierte Element steht im Dienst des weiter oben positionierten. In dem Beispiel in Abbildung 3

hilft das Element *Strafe* dem Element *Zeitlimit*, sein motivationales Potenzial zu entfalten: Es bietet einen Anreiz, das Zeitlimit einzuhalten.

Stufe 2: Auf der zweiten Stufe (analytisch-manuell) können die Nutzer:innen einen erweiterten Vorrat von Spielelementen nutzen. Außerdem können sie die WebApp einsetzen, um das explizierte Wissen der Spielentwickler:innen analytisch in ihre manuelle Lösungssuche einzubeziehen. Sie können z.B. nachvollziehen, mit welchen Spielelementen sich ein Misfit lösen lässt oder welche Elementkombinationen sich in Spielen bereits bewährt haben. Abbildung 3 zeigt eine solche Kombination als Verbindung zwischen Zeitlimit und Strafe.

Stufe 3: Auf der dritten Stufe (analytisch-maschinell) können die Nutzer:innen die KI in der WebApp als maschinelle Unterstützung aktivieren. Die KI fungiert als Assistenzsystem und kann Verbindungen zu neuen Spielelementen vorschlagen, an die die Nutzer:innen vielleicht noch nicht gedacht haben. Ebenso kann die KI neue Verbindungen zwischen den bereits vorhandenen Elementen vorschlagen. Dafür greift sie auf den gesamten Vorrat zurück. Wie die Nutzer:innen die KI einsetzen, ob zur Suche nach neuen Elementen oder zur Verbindung bereits vorhandener Elemente, können sie dabei selbst entscheiden. Abbildung 4 zeigt, wie den Nutzer:innen die KI-Empfehlungen für neue Elemente präsentiert werden.

Abbildung 4: KI-generierte Empfehlungen für neue Elementkombinationen in der WebApp.



Auf jeder Karte – sowohl auf den haptischen Karten wie auch auf den Kartenabbildungen in der WebApp – sind die Nummern der Elemente verzeichnet, die damit bereits kombiniert wurden. Klicken die User:innen in der WebApp auf eine Nummer, erscheint rechts die Beschreibung des Spielelements und der jeweiligen Kombination als Frage und Antwort. Dies entspricht der Nutzung auf Stufe zwei. Die Nutzer:innen wechseln innerhalb der App auf Stufe drei, indem sie in der Kopfzeile die KI aktivieren. Dadurch färben sich die Elementverbindungen auf den Karten ein. Der Sättigungsgrad der Färbung zeigt an, wie stark die KI eine Verbindung zu anderen Elementen empfiehlt. Je gesättigter die Farbe, desto stärker die Empfehlung. In Abbildung 4 empfiehlt die KI den Nutzer:innen, eine Siegbedingung (16) in Form eines gemeinsamen Ziels einzuführen, um damit die Kooperation (12) zu fördern.

Die Nutzer:innen sollen den KI-Vorschlägen dabei weder blind folgen, noch sie im blinden Vertrauen auf ihre eigene Kreativität ignorieren. Daher zeigt die KI alle Vorschläge an, differenziert diese aber nach der Empfehlungsstärke über den Sättigungsgrad der Farbmarkierungen. So können die Nutzer:innen sehen, wie stark sich alternative Vorschläge voneinander abheben.

Mit diesem Design fällt die KI in die Klasse der sogenannten Recommender-Systeme. Um Elemente vorzuschlagen, greift die KI auf die häufigsten Elementkombinationen zurück. Dabei adaptiert sie ein Verfahren, das eine Weiterentwicklung der klassischen Assoziationsanalyse ist (Osadchij et al. 2018). Mit diesen Verfahren werden z.B. Warenkorbdaten analysiert und Produktempfehlungen ausgesprochen (»Kund:innen, die Produkt X gekauft haben, kauften auch Produkt Y«). Statt jedoch zu untersuchen, welche Produkte gemeinsam gekauft werden, analysiert die KI, welche Elemente die Spielentwickler:innen in ihren Spielen kombinierten.

6 Evaluation des KI-Einsatzes im Rahmen der Lehrveranstaltung

Die WebApp mit der KI haben wir an der Technischen Hochschule Nürnberg im Modul »Gamification von Informations- und Anwendungssystemen« evaluiert, das sich über ein gesamtes Semester erstreckt. Es ist ein Wahlpflichtmodul (5 ECTS) der Fakultät Informatik, das Studierende der drei Masterstudiengänge Informatik, Medieninformatik und Wirtschaftsinformatik belegen können. Im Sommersemester 2021 nahmen 25 Studierende daran teil. In drei Phasen arbeiteten sie mit der Methodik und den Ergebnissen von EMPAMOS.

In einer achtwöchigen seminaristisch organisierten ersten Präsenzphase lernen die Studierenden die theoretischen und methodischen Grundlagen kennen. Anhand einer der 15 Kreativmethoden der Stufe eins bearbeiteten und dokumentierten sie in einer zweiten Phase während der folgenden acht Wochen ein selbstgewähltes Motivationsproblem im Selbststudium. In einer abschließenden viertägigen Block-

phase in Präsenz entwickelten sie in sieben Teams von drei bis vier Studierenden eine spielerische Motivationslösung für zwei vorgegebene, demotivierende Lerngelegenheiten. Die beiden Lerngelegenheiten waren in einem anderen Seminar von Bachelor-Studierenden der sozialwissenschaftlichen Fakultät in Steckbriefen beschrieben worden:

- a) Eine konkrete Zoom-Lehrveranstaltung, bei der die Studierenden aufgrund fehlender Interaktion schnell die Konzentration verlieren.
- b) Die fehlende Selbstorganisation im Semesterverlauf, bei der Lern- und Wochenpläne aufgestellt aber nicht eingehalten werden.

Jedes Team konnte wählen, welches der beiden motivationalen Probleme es lösen wollte, und mit den themengebenden Studierenden Fragen dazu per Videokonferenz abklären. Jedes Team konnte auch selbst festlegen, ob und in welchem Ausmaß es seine Lösung kreativ-manuell (Stufe 1), analytisch-manuell (Stufe 2) oder analytisch-maschinell (Stufe 3) entwickeln wollte.

6.1 Ablauf der Interviews

Am letzten Tag des Blockseminars wurden alle sieben Teams anhand eines Leitfadens für jeweils 30 Minuten über die Webkonferenzsoftware Zoom interviewt. Mit dem Ziel, den Nutzen der KI im Arbeitsprozess zu untersuchen, konzentriert sich das Interview auf die Blockarbeitsphase der Lehrveranstaltung. Nur dort arbeiteten die Studierenden mit der WebApp. Der Interview-Leitfaden umfasste die folgenden fünf Fragen:

- a) Wie schätzen Sie ihr Arbeitsergebnis ein?
- b) Werden Sie EMPAMOS auch nach dem Seminar einsetzen?
- c) Wie schätzen Sie den Beitrag der WebApp für Ihre Lösung ein?¹
- d) Wenn Sie Ihre anfänglichen Erwartungen an EMPAMOS mit Ihrem jetzigen Wissensstand vergleichen: gab es für Sie ein Aha-Erlebnis in Ihrem Arbeitsprozess?
- e) Welche anderen Techniken oder Methoden kennen Sie, um Probleme strukturiert zu lösen?

Themen abseits dieser Fragen entwickelten sich aus der jeweiligen Diskussion heraus. Interviewerin war eine studentische Hilfskraft, die mit EMPAMOS und der Methodik vertraut ist, jedoch in keinem Abhängigkeitsverhältnis zum Dozenten des

1 Im Interview wurde hier noch zwischen der Übersicht über die Elemente und den Vorschlagsfunktionen der KI unterschieden.

Seminars stand. Die Aussagen der Teams und verschiedene Zitate dokumentierte sie während des Interviews handschriftlich, stichpunktartig und erfasste dabei markante Zitate. Im Anschluss an jedes Interview stand Zeit zur Verfügung, um das jeweilige Protokoll zu vervollständigen.

6.2 Auswertung der Interviewprotokolle

Angelehnt an Ruddat (2012) haben wir anhand der Interviewprotokolle zentrale Themen und Meinungen in den Interviews identifiziert und die Aussagen anhand der Fragen tabellarisch zusammengefasst. Wichtige Zitate haben wir aus den Protokollen übernommen. Die Aussagen haben wir anschließend deduktiv kategorisiert, um die Themenfelder zu den Leitfragen zu überblicken. Dabei haben wir auch berücksichtigt, ob die Aussagen zu einem Thema eher positiv oder eher negativ zu bewerten waren.

6.3 Ergebnisse der Fokusgruppeninterviews

Einschätzung des eigenen Arbeitsergebnisses. Auf die Frage, wie die Teams ihre Arbeitsergebnisse einschätzen, äußerten sie nicht nur, wie zufrieden sie mit dem Ergebnis per se waren, sondern setzten dieses auch in ein Verhältnis zur verfügbaren Zeit und dem Potenzial, das sie im Arbeitsprozess erkannt hatten. Außerdem gab es erste Anmerkungen zum methodischen Ablauf und Details.

Mit Ausnahme eines einzigen Teams waren die Studierenden mit ihren Ergebnissen grundsätzlich zufrieden bis sehr zufrieden (*»ziemlich geil«*). Vier Teams sagten aus, sie hätten das Potenzial des methodischen Vorgehens zwar erkannt, jedoch aufgrund der knappen Zeit nicht ausreizen können. Mehr als der Hälfte der Teams meldete zurück, dass der Gesamtprozess gute Ideen und Denkanstöße geliefert habe. Drei Teams sprachen sogar von zu vielen Ideen für die verfügbare Zeit (*»Je mehr du machst, desto mehr willst du unbedingt machen.«*) – ein Aspekt, den nur ein Team explizit negativ bewertete, weil die Vielzahl der Ideen zu Uneinigkeit in der Gruppe geführt habe.

Die Äußerungen zum methodischen Vorgehen mit EMPAMOS sind sehr unterschiedlich. Ein Team sah das Vorgehen als nicht zwingend notwendig für den Lösungsprozess an. Es sei zu komplex. Gleichzeitig bewertete dieses Team aber den leichten Einstieg und die wiederkehrende Reflexion im Verlauf des Designprozesses positiv. Ein anderes Team wurde durch den Einsatz der KI verwirrt, weil die Vorschläge zu Konflikten mit den Ergebnissen der Kreativmethoden geführt hätten.

Weiterer Einsatz von EMPAMOS. Bei der Frage, ob die Teams EMPAMOS auch nach dem Seminar anwenden würden, bewerteten sie dessen Einsatz vor dem Hinter-

grund unterschiedlicher Einsatzfelder. Teilweise griffen sie auch nur einzelne Teile des Prozesses heraus, die sie für sinnvoll hielten.

Die überwiegende Mehrheit wollte die Methodik weiterverwenden. Zwei Teams sahen sie als zu aufwendig für den Alltag an und hinterfragten das Verhältnis von Nutzen zu Aufwand. Eine Gruppe sah durch das methodische Vorgehen mit EMPA-MOS keinen erweiterten Lösungshorizont, aber eine gute Basis für einen Problemlöseprozess. Eine andere Gruppe sah die Stärke des Vorgehens in der Konzeption von Lösungen für bereits bekannte Probleme und nicht in der Problemanalyse. Drei Gruppen stellten jedoch die neu gewonnene Perspektive auf die Realität als Vorteil in den Vordergrund. Sie fördere das Denken abseits bekannter Lösungswege (*»outside the box«*).

Die Studierenden sahen insgesamt ein breites Feld von Einsatzgebieten. Häufig dachten sie dabei an Projekte und Abschlussarbeiten im Studium – auch für Studierende in anderen Studiengängen. Außerdem sahen sie Einsatzmöglichkeiten im privaten Bereich oder in der Zeit nach dem Studium.

Einschätzung der KI-Unterstützung. Hier sollten die Teams sich sowohl zu den vorgefundenen als auch den vorgeschlagenen Verbindungen durch die KI äußern. In ihren Äußerungen haben die Studierenden dabei nicht nur die KI bewertet, sondern sind auch auf die Wirkung und die Einsatzmöglichkeiten eingegangen.

Die Vorschläge der KI zu den vorgefundenen Verbindungen haben die Teams durchweg positiv bewertet (*»unbedingt nützlich«*). Fast alle Teams bewerteten die KI-Funktion als wichtig, um damit die intuitiv gefundenen Verbindungen zu validieren. Mehr als die Hälfte hat positiv bewertet, dass ihnen die KI gute neue Ideen und Denkanstöße gegeben hat (*»Es hilft, die Kreativität zu steigern!«*). Ein Team bemerkte, dass durch die KI Konflikte zwischen eigenen Gedanken und KI-Vorschlägen entstanden waren. Selbstkritisch reflektierten diese Studierenden jedoch auch, dass sie ihr eigenes Denken zu sehr in den Hintergrund gestellt hatten.

Hinsichtlich der KI-Funktion, Verbindungen auf Basis von Spielelementen oder Misfits vorzuschlagen, wiesen die Meinungen eine größere Bandbreite auf. Drei Teams haben die KI genutzt, um Verbindungen zu validieren. Sie habe auch die Übersicht über die Spielelemente erleichtert. Zwei Teams haben die Verbindungsvorschläge der KI dagegen kaum genutzt. Eins fand die Vorschläge verwirrend – doch das andere Team fand sie grundsätzlich hilfreich. Für zwei weitere Teams hat die KI zwar nur wenige neue Vorschläge gegenüber den kreativen Methoden aus Stufe 1 gebracht, dafür jedoch einen zeitlichen Vorteil. Drei Teams haben bestätigt, dass die KI sie dabei unterstützt hat, neue Ideen zu finden. Eines hat darauf hingewiesen, dass sich mit dem Einsatz der KI eine Kaskade von Folgeelementen und -verbindungen entwickelt habe.

Erwartungen im Vergleich zu den Erfahrungen. Alle Teams haben vor allem den Gesamtprozess bewertet und sich überwiegend positiv oder sehr positiv dazu geäußert. Nur ein Team ging explizit auf die verwendete KI ein. Es kritisierte, dass die KI keine »beste Lösung« geboten habe. Drei Teams sprachen die Bedeutung des Zufalls bei den Kreativmethoden an. Zwei bezeichneten ihn als wichtig (»Der Zufall beim Karten-Ziehen gibt die Denkanstöße! Er ist nicht zu unterschätzen.«), während sich das dritte Team dadurch verwirrt fühlte. Ein weiteres Team bemerkte auch für die Spielelemente, dass der *Zufall* eine überraschend wichtige Rolle spiele.

Weitere Anmerkungen abseits der vorgegebenen Fragen bezogen sich vor allem auf die Nutzer:innenfreundlichkeit der WebApp. Die Teams wünschten sich mehr Übersichtlichkeit und mehr Informationstexte (Tooltips) zur Bedienoberfläche. Außerdem wünschten sie sich eine integrierte Hilfe, die schrittweise den Umgang mit der WebApp erklärt, aber auch grundlegende und vertiefende Informationen zu Spielelementen und deren Vernetzung liefert. Für die zukünftige Weiterentwicklung der WebApp wünschten sich die Studierenden die Möglichkeit die Netze von Spielelementen zu visualisieren und zu speichern oder weiteren Filtermethoden für die Kartenauswahl.

Fragen-übergreifende Interpretation der Kommunikationsinhalte. Ein Fragenschwerpunkt der Interviews lag auf der WebApp und der darin integrierten KI. Die Äußerungen der Teams deuten darauf hin, dass sie dieses Werkzeug nur als einen Teil – und nicht als Hauptteil – des gesamten methodischen Vorgehens sehen. Nur ein Team erwartete, dass die KI auch Lösungen liefert. Als Hilfsmittel, um die eigenen Verbindungen zu validieren, wurde die WebApp von allen Teams intensiv genutzt und durchgehend positiv bewertet. Die tatsächlichen KI-Funktionen zur Erweiterung des eigenen Netzes von Spielelementen wurden jedoch in unterschiedlichem Umfang von den Studierenden eingesetzt. Auch die Bewertung der Funktionen zeigte daher eine größere Bandbreite.

7 Diskussion und Ausblick

Betrachtet man die Aussagen der einzelnen Teams über die verschiedenen Themenfelder, konnten alle Teams positive Erfahrungen aus dem Gesamtarbeitsprozess mit EMPAMOS ziehen. Die Teams zeigten jedoch von kreativ-manuellem (Stufe 1) bis hin zu analytisch-maschinell (Stufe 3) Vorgehen unterschiedliche Vorlieben. Die WebApp mit der KI haben die Studierenden insgesamt als sehr positiv für den Arbeitsprozess wahrgenommen. Entsprechend der Vorlieben wurden deren KI-Funktionen mehr oder weniger von den Teams genutzt. Auch wenn manche Teams sich von den Vorschlagsfunktionen der KI überfordert fühlten, konnten sie Ideen und

kreative Anregungen aus den Stufen 1 und 2 des dreistufigen Modells im Umgang mit den Karten und der WebApp gewinnen.

Mit ihrer Übersicht über die Spielelemente und Misfits und ihren Beschreibungen der Elemente und möglichen Verbindungen hat die WebApp diese grundlegenden Aspekte des Spieldesigns zugänglicher gemacht. So haben alle Teams die Möglichkeit geschätzt, damit ihre eigenen Ideen zu validieren. Zum Teil war es jedoch schwierig, alle Aussagen der Studierenden den KI-Funktionen genau zuzuordnen. Die stichpunktartige Dokumentation der Interviews war sicherlich ein Grund hierfür, die fehlende Erfahrung der Studierenden mit den Fachbegriffen zu den KI-Funktionen möglicherweise ein anderer. Hier hätte eine Aufzeichnung der Interviews die Auswertung erleichtern und die Aussagekraft erhöhen können. Insgesamt überwiegt jedoch der Eindruck, dass die KI-Funktionen wenigstens von der Hälfte der Teams als hilfreich für den kreativen Arbeitsprozess wahrgenommen wurden. Ein Team hat die KI-Funktionen explizit so wahrgenommen, dass die »Vorschläge wie Dominosteine zu Folgeelementen und -verbindungen geführt« haben. Hier könnte eine genauere Beobachtung der Teams während des Arbeitsprozesses helfen, genauer zu verstehen, warum die KI dort so erfolgreich eingesetzt werden konnte. Die Hinweise zur WebApp deuten jedoch auch darauf hin, dass die Akzeptanz der KI erhöht werden könnte, wenn die Nutzer:innenfreundlichkeit verbessert wird.

Die Durchführung und Auswertung der Interviews schränkt die Aussagekraft der Ergebnisse ein. Zum einen verändert die Interviewführung über die Webkonferenzsoftware die Kommunikation. Zum anderen gehen durch die handschriftlichen Gesprächsnotizen unweigerlich Informationen verloren und sind in ihrer Auswahl bereits durch die Protokollantin subjektiv gefärbt. Zudem beschränkt sich die Fokusgruppe bisher auf die Lernenden – also auf die Studierenden – und sollte in weiteren Untersuchungen durch die Fokusgruppe »Lehrende« ergänzt werden. Die Ergebnisse liefern jedoch erste greifbare Daten zu unseren subjektiven Erfahrungen aus Workshops, Arbeitskreisen und Seminaren. Letztlich geben sie ausreichende Hinweise, um vom jetzigen Arbeitsstand ausgehend das methodische Vorgehen und die WebApp weiterzuentwickeln. Gleichzeitig zeigen uns die Ergebnisse Lücken auf, die wir mit den Interviews noch nicht schließen konnten.

Unsere bisherigen Erfahrungen zeigen, dass Studierende sich mit den Spielelementen leichter tun als Lehrende. Sie nähern sich den Problemen eher spielerisch und unvorbelastet. Lehrende hingegen versuchen gleich, strukturiert damit zu arbeiten. So konzentrieren sie sich z. B. darauf, die Beschreibungen der Spielelemente genau zu interpretieren, und wählen dadurch Elemente und Verbindungen nachdenklicher und zögernder aus. Im Vergleich dazu gehen Studierende unbeschwerter und kreativer mit den Karten um und kommen dadurch schneller zu Ergebnissen und zu unterschiedlichen alternativen Lösungen. Auch in den Interviews machte ein Team das deutlich: »Wir haben uns blind daraufeingelassen und einfach mal gemacht.«

Zukünftig wäre es interessant zu vergleichen, ob und wie sich die Kreativität und das Motivationspotenzial der Lösungen aus EMPAMOS zu anderen Kreativitätstechniken verhalten. Langfristig ist auch zu beurteilen, ob die mit EMPAMOS entwickelten Lösungen tatsächlich zu motivierenderen Lerngelegenheiten führen oder ob damit vorhandene Situationen lediglich im Detail verbessert werden. Um dieser Frage nachzugehen, begleiten wir seit dem Wintersemester 2020/2021 einen hochschulübergreifenden Arbeitskreis, in dem Lehrende und Studierende EMPAMOS einsetzen, um gemeinsam an Motivationshindernissen von hochschulischen Lerngelegenheiten zu arbeiten. Gegenüber einzelnen Seminarangeboten bietet das Vorteile: die Teilnehmer:innen können Lehr- und Lerngelegenheiten immer besser und schneller analysieren und Lösungen dafür entwickeln. Durch den kontinuierlichen Austausch mit anderen und die praktische Anwendung der Lösungen können sie zudem gemeinsam ihre Erfahrungen ausbauen und die Wirksamkeit der Methodik reflektieren. Die ersten Projekte in diesem Arbeitskreis zum Wintersemester 2021/22 bieten hier die Chance, konkrete Lerngelegenheiten aus den Hochschulen aus der Perspektive der Lehrenden und Lernenden im Bearbeitungsprozess zu untersuchen.

8 Fazit

Ein großer Vorteil, den Spiele gegenüber institutionellen Lerngelegenheiten haben, ist ihre Fähigkeit, Menschen dazu zu bringen, sich nicht nur freiwillig, sondern auch enthusiastisch mit schwierigen Hindernissen und Problemen auseinanderzusetzen. Dieses zwanglose und interessengetriebene – motivierte – Lernen, das Kleinkinder in ihrem Spielen von sich aus mitbringen, geht mit dem Übergang in den institutionalisierten Bildungskontext oftmals verloren. Damit geht auch der Verlust des Potenzials einher, das in diesem spielerischen Lernen steckt.

Um das zu verhindern, sollten Lehrende wie auch Lernende Profis darin werden, das Lernen auch in den Bildungsinstitutionen motivierend zu arrangieren und zu begleiten. Eine KI kann diese kreative Aufgabe, für deren Lösung Aspekte aus unterschiedlichen fachlichen Bereichen ineinandergreifen müssen, zwar nicht übernehmen, doch kann sie auf Grundlage einer menschlichen (Vor-)Auswahl den Raum der Möglichkeiten auf eine sinnvolle Auswahl von Spielelementen und ihren Verbindungen begrenzen. Da sie dabei in ein kreatives Verfahren eingebettet ist, übernimmt sie jedoch nie die Führungsrolle. Den Nutzer:innen bleibt jederzeit die Möglichkeit, ihre Perspektive zu erweitern und innovative Lösungswege zu gehen, die die KI noch nicht gelernt hat. Die Ergebnisse aus den Interviews zeigen, dass sowohl das methodische Vorgehen als auch die KI von EMPAMOS zu neuen Ideen anregen und einen zielgerichteten Lösungsprozess unterstützen. Weitere Möglichkeiten, den Einsatz der Methodik und der KI zu untersuchen, sehen wir in der zunehmenden Verbreitung

von EMPAMOS und der steigenden Anzahl von Nutzer:innen. In Zusammenhang mit den Förderprogrammen der Stiftung Innovation in der Hochschullehre haben bereits erste Lehrende ihr Interesse geäußert, mit EMPAMOS Lehrforschungsprojekte zu bearbeiten.

Thomas Bröker: TH Nürnberg, Forschungs- und Innovationslabor Digitale Lehre; thomas.broeker@th-nuernberg.de

Thomas Voit: TH Nürnberg, Professor für Wirtschaftsinformatik; thomas.voit@th-nuernberg.de

Benjamin Zinger: TH Nürnberg, Forschungs- und Innovationslabor Digitale Lehre; benjamin.zinger@th-nuernberg.de

Literatur

- Alexander, C. (1964). *Notes on the Synthesis of Form*, Cambridge: Harvard University Press.
- Alexander, C., Ishikawa, S., & Silverstein, M. (1977). *A Pattern Language. Towns, Buildings, Construction*. New York: Oxford University Press.
- Berendt, B. (2005). The Shift from Teaching to Learning – mehr als eine ›Redewendung‹: Relevanz – Forschungshintergrund – Umsetzung, in: Welbers, U./Gaus, O. (Hg.): *The Shift from Teaching to Learning. Konstruktionsbedingungen eines Ideals*, Blickpunkt Hochschuldidaktik, Bd. 116, Bielefeld: Bertelsmann, 35–41.
- Björk, S., & Holopainen, J. (2005). *Patterns in Game Design*. Hingham, Massachusetts: Charles River Media.
- Bröker, T. (2016) *Wie kommt das Problem ins Spiel? Designprinzipien und Nutzermodell als Entwicklungsgrundlagen für ein Multiplayer Online Game in der Bauphysik*. Dissertation. Bauhaus-Universität Weimar.
- Codish, D., & Ravid, G. (2014). Academic Course Gamification: The Art of Perceived Playfulness. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, 10, 131–151.
- Cowan, N. (2001) ›The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity‹, *Behavioral and Brain Sciences*, 24(1), 87–114.
- Deci, E. L., & Ryan, M. R. (1985). *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behaviour*. New York: Plenum Press.
- EMPAMOS (2021). Projekt EMPAMOS. Empirische Analyse motivierender Spielelemente. <https://www.empamos.de> (Zugriff am 21.02.2022).
- Ferstl, O. (1979). *Konstruktion und Analyse von Simulationsmodellen*, Königstein/Ts: Hain.
- Ferstl, O., Sinz, E. (2013). *Grundlagen der Wirtschaftsinformatik*, 7. Aufl., München: Oldenbourg.

- Gee, J. (2007). *What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy*, New York: Palgrave Macmillan.
- Högborg, J., Hamari, J., & Wästlund, E. (2019). Gameful Experience Questionnaire (GAMEFULQUEST): an instrument for measuring the perceived gamefulness of system use, *User Modeling and User-Adapted Interaction* 29, 619–660..
- Iyengar, S. S. & Lepper, M. R. (2000). ›When choice is demotivating: Can one desire too much of a good thing?‹ *Journal of Personality and Social Psychology*, 79(6), 995–1006.
- Lewis, G. H. (1864). *Aristotle: a chapter from the history of science, including analyses of Aristotle's scientific writings*. London: Smith Elder.
- Harlow, H. F., & Harribert, G.-F. (1983). Fundamentals for preparing psychology journal articles. *Journal of Comparative Psychology*, 55(2), 893–896.
- Huizinga, J. (2009). *Homo Ludens*, 21. Aufl., Reinbek: Rowohlt.
- Kapp, K. M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: game-based methods and strategies for training and education*, San Francisco: Wiley.
- Kapp, K. M., Blair, L., Mesch, R. (2014). *The Gamification of Learning and Instruction*, San Francisco: Wiley
- Kumar, J., Herger, M (2013). *Gamification at Work. Designing engaging Business Software*, The International Design Foundation: o.O.
- Laine, T. H. & Lindberg, R. S. N. (2020). ›Designing Engaging Games for Education: A Systematic Literature Review on Game Motivators and Design Principles‹, *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 13(4), 804–821.
- Mayo, M.J. (2009). Video games: a route to large-scale STEM education? *Science*, 323(5910), 79–82.
- Osadchiy, T.; Poliakov, I. Olivier, P.; Rowland, M.; Foster, E. (2019): Recommender system based on pairwise association rules, in: *Expert Systems With Applications* 115, 535–542.
- Raab, M., & Voit, T. (2019). Vier Gewinn? Gamification-Lehre als Kooperation von Hochschule, Uni, Spielearchiv und KMU. In: *Tagungsband zum 4. Symposium zur Hochschullehre in den MINT-Fächern*, 69–77. Nürnberg: Mohr GmbH, https://diz-bayern.de/images/cwattachments/491_fid8d1209f6ebde9058713d97ebf9d29.pdf (Zugriff am 01.10.2021).
- Reiners, T., & Wood, L.C. (Hg.) (2015). *Gamification in Education and Business*, Springer: Cham.
- Rheinberg, F. (2006). Intrinsische Motivation und Flow-Erleben, in: Heckhausen, J., Heckhausen, H. (Hg.): *Motivation und Handeln*, 3. Aufl., Heidelberg: Springer, 331–354.
- Ruddat, M. (2012). Auswertung von Fokusgruppen mittels Zusammenfassung zentraler Diskussionsaspekte. In: *Fokusgruppen in der empirischen Sozialwissenschaft: Von der Konzeption bis zur Auswertung*. Wiesbaden: Springer.

- Ryan, R.M., Rigby, C.S. and Przybylski, A. (2006) 'The Motivational Pull of Video Games: A Self-Determination Theory Approach', *Motivation and Emotion*, 30(4), pp. 344–360.
- Sailer, M. (2017). *Die Wirkung von Gamification auf Motivation und Leistung*. Dissertation. Wiesbaden: Springer.
- Schell, J. (2008). *The art of game design. A book of lenses*. Morgan Kaufmann: Burlington.
- Squire, K., (2005). *Game-based learning: Present and future state of the field*. Retrieved May.
- Steinkuehler, C.A. & Duncan, S. (2008). *Scientific Habits of Mind in Virtual Worlds*. *Journal of Science Education and Technology*, 17(6), 530–543.
- Voit, T. (2015). *Gamification als Change-Management-Methode im Prozessmanagement*. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 52(6), 903–914.
- Voit, T., Schneider, A., & Kriegbaum, M. (2020). *Towards an Empirically Based Gamification Pattern Language Using Machine Learning Techniques*, CSEE&T 2020 conference proceedings, <https://ieeexplore.ieee.org/document/9206223> (Zugriff am 12.08.2021).

