

Thim Frederik Strothmann

## **Förderung von Kreativität in studentischen Kleingruppenprojekten in der Informatik Ein Prototyping-basierter Ansatz**

### **Zusammenfassung**

Dieser Artikel erörtert, ob in studentischen Kleingruppenprojekten in der Informatik Kreativität und die Erarbeitung kreativer Ideen explizit gefördert werden kann. Dazu wird ein Seminarkonzept detailliert vorgestellt, welches auf zwei Grundkonzepten der Informatikpraxis beruht: agiles Projektvorgehen und Prototyping. Die Teilnehmenden des Seminars wurden gezielt in einen Kreativitätsprozess geleitet, indem sie für gegebene moderne Technologien (Virtual Reality, Augmented Reality, Drohnen, etc.) neuartige Nutzungsszenarien entwickeln sollten. Um zu evaluieren, ob das Lehrkonzept erfolgreich ist, wird sowohl die produktbezogene als auch die prozessbezogene Kreativität betrachtet. Für die produktbezogene Kreativität werden die von den Teilnehmenden erstellten Projektideen inklusive der benutzten Prototypingtechnik vorgestellt und bewertet. Die Teilnehmenden haben nicht nur eine enorme Breite an Ideen entwickelt (in der Summe ca. 40 bei 16 Teilnehmenden), sondern insbesondere auch acht Ideen im Verlaufe des Seminars sehr konkret weiterentwickelt. Hinsichtlich der prozessbezogenen Kreativität wird das Lehrkonzept durch mehrere Fragebögen eruiert. Die Studierenden sind mit dem Seminar, der Herangehensweise und den Ergebnissen sehr zufrieden, was unter anderem durch die äußerst positive studentische Veranstaltungskritik (u.a. 1,0 für den Gesamteindruck sowie Atmosphäre in der Veranstaltung) und die Auswertung der Evaluationsfragebögen unterstrichen wird. Auch von externen Beobachtern werden die erarbeiteten Ergebnisse und der Einsatz von Prototyping als sehr positiv bewertet.

### **Schlüsselwörter**

Prototyping, Kreativität, Informatik

## 1 Motivation

Kreativität ist ohne jeden Zweifel eine intellektuelle Qualität, die sowohl während des Studiums als auch im späteren Berufsleben von essentieller Wichtigkeit sein kann. Abhängig von Studiengang- und Berufswahl können unterschiedliche Aspekte von Kreativität (vgl. die einleitenden Erörterungen in Dietrich, 2018) gefordert beziehungsweise von Nutzen sein. So sind sowohl Germanistik-Studierende, die einen Aufsatz verfassen als auch die Elektrotechnik-Studentinnen, die eine komplexe Schaltzeichnung erstellen, *kreativ*. Die zu erledigenden Aufgaben unterschieden sich aber hochgradig voneinander und sprechen auch unterschiedliche kognitive Fähigkeiten an.

Insbesondere deutschen Informatiker\*innen wird häufig fehlende Kreativität im Vergleich zu amerikanischen Startups und Firmen aus dem Silicon Valley nachgesagt (vgl. Krempl, 2017). Die Frage, ob diese Kritik berechtigt ist, soll an dieser Stelle nicht thematisiert werden. Aus der persönlichen Lehrerfahrung und Gesprächen mit vielen Kolleg\*innen (sowohl Professor\*innen als auch akademischen Mitarbeiter\*innen), kann jedoch festgehalten werden, dass das Phänomen *fehlende Kreativität von Informatikstudierenden* auch an Hochschulen prävalent ist, insbesondere, wenn diese in Projekt- oder Abschlussarbeiten kreativ sein sollen.

In diesem Artikel wird ein Lehrkonzept vorgestellt, welches die Intention hat, Kreativität entsprechend zu fördern. Dazu soll untersucht werden, ob die intendierte Förderung von Kreativität von Informatikstudierenden angenommen wird und als positiv bewertet wird und ob die erarbeiteten Ergebnisse von den Studierenden als kreativer empfunden werden. Im Fokus steht dabei jedoch nicht die Kreativität, die bei festen Problemstellungen inklusive vorgegebenem Ziel (und häufig auch mit intendierter Lösungsstrategie) gefordert ist. Diese wird vielfach im Informatikstudium gefordert. Von einfachen Programmieraufgaben, hin zu komplexen Algorithmen- und Beweisaufgaben gibt es genug Beispiele für Lehrveranstaltungen und Formate, in denen eine lösungsorientierte Kreativität von Studierenden gefordert und gefördert wird. Vielmehr soll ein Fokus auf *die* Kreativität gelegt werden, die sowohl in Abschlussarbeiten als auch im späteren Berufsleben nötig ist: die Fähigkeit, aus (durchaus vagen) Startbedingungen eigene Ideen und Lösungsstrategien zu entwickeln, um ein grob vorgegebenes Ziel zu erfüllen. Diese Art von Kreativität orientiert sich eng an den drei Kriterien für Kreativität von Maher: *Neuartigkeit/Andersartigkeit*, *Wert/Nutzen* und *Plötzlichkeit/Disruptivität* (vgl. Maher, 2006). In den vergangenen Jahren hat sich (in dem Lehrumfeld des Autors) gezeigt, dass diese Fähigkeit im Bachelorstudium kaum bis gar nicht gefordert ist. So stehen viele Studierende bei der Bachelorarbeit vor dem Problem, dass sie nicht das nötige *Handwerkszeug* gelernt haben, um eigenständig das Thema einer Bachelorarbeit zu gestalten bzw. bei einem grob gefassten Thema eigenständig Ideen einzubringen und Schwerpunkte zu setzen.

Auch aus hochschuldidaktischer Perspektive ist die Förderung von Kreativität ein interessantes Themengebiet. Die Literatur belegt, dass Kreativitätsförderungsforschung (unabhängig von der Wissenschaftsdisziplin) vielfältig betrieben wird (vgl. Haertel & Terkowsky, 2013; Jahnke & Haertel, 2011). Obwohl die Art der Aufgaben sicherlich anders ist, so könnten auch Kolleg\*innen aus anderen Wissenschaftsdisziplinen von einer Methodik profitieren, mit der Kreativität gezielt gefördert werden kann. Bestes Beispiel hierfür sind die Arbeiten von Cropley und Cropley (vgl. Cropley & Cropley, 2000, 2005, 2010), welche

sich mit der Kreativitätsförderung von Ingenieurstudierenden beschäftigen und sowohl theoretische Überlegungen und konkrete Studien erarbeitet haben.

Im Rahmen dieses Artikels soll erörtert werden, ob die Kreativität bei Studierenden positiv durch Methoden des Prototyping (siehe Abschnitt 2.2) unterstützt werden kann. Diese These leitet sich aus der Informatikpraxis aus Wissenschaft und Industrie her, in der Prototyping in bestimmten Kontexten als Kreativitätstechnik angewandt wird (vgl. Kulkarni, Dow & Klemmer, 2014; Pniewska, Adrian & Czerwoniec, 2013; Walters & Davies, 2010). Den Rahmen bildet hierbei ein Seminar für Bachelorstudierende, welches strukturell dem Ablauf von agiler Entwicklung folgt (siehe Abschnitt 2.1), um den Lern- und Kreativitätsprozess zu unterstützen. Der dabei verfolgte Ansatz hat dabei Ähnlichkeit zum Design Thinking Prozess (vgl. Rowe, 1991; Plattner, Meinel & Weinberg, 2009) der erfolgreich am Hasso-Plattner-Institut an der Universität Potsdam genutzt und weiterentwickelt wird.

Der Artikel strukturiert sich wie folgt: Kapitel 2 geht auf die Grundlagen des Lehrveranstaltungskonzeptes ein, welches dann in Kapitel 3 ausführlich dargestellt wird. Anschließend werden in Kapitel 4 die Forschungsfragen vorgestellt, die in diesem Artikel beantwortet werden sollen. Kapitel 5 erläutert die Projektideen, welche von den Teilnehmenden des Seminars erarbeitet wurden. Kapitel 6 geht auf die verwandte Literatur insbesondere zum Thema Kreativitätsevaluation ein. Die Evaluation des Seminars im Hinblick auf die Forschungsfragen wird im Kapitel 7 thematisiert. Kapitel 8 schließt den Artikel ab, indem die Kernerkenntnisse zusammengefasst werden.

## 2 Grundlagen

Dieser Abschnitt erläutert die für diesen Artikel notwendigen Grundlagen. Zunächst werden die formalen Grundlagen der Lehrveranstaltung erläutert. Im Anschluss werden die Grundzüge der agilen (Software-) Entwicklung vorgestellt, wie sie in der Lehrveranstaltung benutzt wurden. Abschließend wird die Technik des Prototyping im Detail vorgestellt.

### 2.1 Grundsätzliches zur Lehrveranstaltung

Die zu beforschende Lehrveranstaltung ist ein Seminar im Bachelorprogramm des Fachs Informatik. Die Teilnehmenden befinden sich in der Regel im zweiten Studienabschnitt ihres Informatik-Bachelorstudiums. Das bedeutet, dass sie einen Großteil ihrer Pflichtkurse bereits absolviert haben und im Wahlpflichtbereich eigenständig Kurse nach ihrer Interessenslage wählen können. Dies gilt insbesondere auch für das Seminar, da es dem Wahlpflichtbereich angehört. Diese Art von Bachelor-Seminar wird laut Modulhandbuch (vgl. Institut für Informatik, 2017) formal als Proseminar betitelt und nimmt eine besondere Rolle im Studienverlauf ein. Jeder Studierende muss im Bachelorstudium genau ein Proseminar belegen. Dies ist die erste und einzige Lehrveranstaltung vor der Bachelorarbeit, in der relevante Fähigkeiten für das wissenschaftliche Arbeiten, wie das Erarbeiten eines eigenen Themas über einen längeren Zeitraum, die Literaturrecherche, das Verfassen wissenschaftlicher Texte und das Präsentieren im wissenschaftlichen Dialog unterrichtet werden. Das Modulhandbuch erläutert die Lernziele des Proseminars wie folgt: „Im Proseminar soll beispielhaft die Einarbeitung in ein wissenschaftliches Thema erlernt und abstraktes Denken gestärkt werden. Die Inhalte sollen schriftlich und mündlich präsentiert wer-

den. Dazu soll Basiswissen in Bezug auf Literaturrecherche, Rhetorik und aktuelle Präsentationstechniken sowie in Bezug auf Kritikfähigkeit und Feedbackmethoden erworben und angewendet werden. [...] Im Proseminar werden wesentliche Techniken des Erwerbs und der Präsentation wissenschaftlicher Ergebnisse und Erkenntnisse vermittelt“ (vgl. Institut für Informatik, 2017, Seite 90-92).

Laut Prüfungsordnung müssen die Studierenden zwei Leistungen erbringen: 1) Es muss eine Seminararbeit geschrieben werden und 2) die Ergebnisse müssen präsentiert werden. Ein Proseminar ist auf 4 ECTS-Punkte ausgelegt. Pro Semester werden mehrere Seminare angeboten, die thematisch unterschiedliche Schwerpunkte haben. So können Studierende nach ihrer fachlichen Interessenlage ein Proseminar auswählen.

## 2.1 Einsatz agiler Entwicklungsmethoden in der Lehre

Der Begriff *Agile Softwareentwicklung* ist ein Sammelbegriff für verschiedene Ansätze im Softwareentwicklungsprozess, welche das Ziel verfolgen, die Transparenz und Flexibilität (im Vergleich zu traditioneller Softwareentwicklung) zu erhöhen. Hierdurch sollen Risiken im Entwicklungsprozess, wie etwa die Entwicklung eines Features, welches nicht genutzt wird, minimiert werden und das agile Vorgehen soll zu einem schnelleren Einsatz der entwickelten (Software-) Systeme führen (vgl. Cohen, Lindvall & Costa, 2004). Agile Softwareentwicklung zeichnet sich durch selbstorganisierende Teams sowie eine iterative und inkrementelle Vorgehensweise aus.

Die Grundideen der agilen Softwareentwicklung wurden das erste Mal formal im *Manifesto for Agile Software Development* (Beck et al., 2012; auch bekannt als *Agile Manifesto*) im Frühjahr 2001 von 17 projekterfahrenen Software-Entwicklern festgehalten. In dem Dokument wurden die zentralen Werte agiler Softwareentwicklung als das Fundament des agilen Projektmanagements formuliert (es sollte dabei erwähnt werden, dass verschiedene Aspekte der agilen Methodik bereits in anderen Softwareentwicklungstechniken genutzt wurden). Festgelegt wurden darin dessen allgemeinverbindliche Leitsätze, die im Folgenden grob aus dem englischen Original übersetzt sind:

„Wir entdecken bessere Wege, Software zu entwickeln, indem wir es selbst tun und anderen dabei helfen. Durch diese Arbeit haben wir folgende Werte schätzen gelernt:

- Menschen und Interaktionen stehen über Prozessen und Werkzeugen
- Funktionierende Software steht über einer umfassenden Dokumentation
- Zusammenarbeit mit dem Kunden steht über der Vertragsverhandlung
- Reagieren auf Veränderung steht über dem Befolgen eines Plans

Das bedeutet, dass, obwohl die Werte auf der rechten Seite wichtig sind, wir die Werte auf der linken Seite höher schätzen.“ (eigene Übersetzung nach Beck et al., 2012, Seite 1)

Da im Rahmen der zu beforschenden Lehrveranstaltung keine Software entwickelt werden soll, wurde keine explizite agile Methodik in der Gänze umgesetzt. Stattdessen wurden verschiedene Grundkonzepte eingebaut, die für viele agile Methoden gängig sind. Explizit sind dies:

1. Arbeit in kurz-getakteten Phasen (à 4 Wochen), die je durch einen Zwischenstandworkshop abgeschlossen werden

2. Arbeit in Kleingruppen (2-4 Personen)
3. Pro Arbeitsphase können Kleingruppen ihren Arbeitsmodus selbst bestimmen (Selbstorganisation der Teams)

Andere Prinzipien wurden bewusst nicht umgesetzt, da einerseits der Fokus der Forschung nicht explizit auf der agilen Methodik liegt (diese stellt lediglich den Rahmen dar) und andererseits gewisse Prinzipien sich schwer in den Modus einer Lehrveranstaltung einbetten lassen. Beispielhaft sein an dieser Stelle *nahezu tägliche Zusammenarbeit* und *Lieferung von funktionierender Software in regelmäßigen, bevorzugt kurzen Zeitspannen* genannt.

### 2.3 Prototyping

Prototyping (teilweise im Deutschen auch als Prototypenbau bezeichnet) ist eine Methode der Softwareentwicklung, bei der unvollständige oder vorzeitige Versionen von Softwareprodukten erstellt werden (vgl. Brooks, 1974). Grundsätzliches Ziel ist, erste Ergebnisse möglichst schnell zu erzeugen, um frühzeitiges Feedback bezüglich der Eignung und Güte eines Lösungsansatzes zu ermöglichen. Dabei ist es die Intention, Probleme und Änderungswünsche so früh wie möglich zu erkennen und mit weniger Aufwand in einem frühen Produkt- bzw. Projektstadium zu beheben. Im klassischen Informatikkontext ist ein Prototyp ein *lauffähiges* Stück Software oder eine anderweitig sehr konkrete Modellierung eines Softwaresystems. Prototypen dienen im Projektkontext oft als Basis für eine effizientere Kommunikation mit den Kunden oder innerhalb des Entwicklungsteams, um konkrete Probleme oder Thematiken einfacher adressieren zu können.

Generell lässt sich zwischen *Low-Fidelity* und *High-Fidelity* Prototyping unterscheiden (vgl. Rud, Stern & Isensee, 1996). *Low-Fidelity* Prototyping ist eine bewusst einfach gehaltene Umsetzung eines Produktes bzw. Designkonzeptes. Es wird in der Regel dazu benutzt, Ideen in greifbare und testbare Artefakte umzusetzen, sodass man Nutzungskontexte und Anforderungen möglichst früh erfassen kann. *High-Fidelity* Prototyping ist im Gegenzug hoch-funktional und interaktiv. Es zielt auf ein Artefakt ab, welches nahe am finalen Produkt ist; d.h. der Prototyp enthält bereits viele Details und Funktionen. Diese Art von Prototyping kann in der Praxis benutzt werden, um in Usability Evaluationen potenzielle Probleme im Workflow und in der Interaktivität aufzudecken (Catani & Biers, 1998).

Die Studierenden konnten in den unterschiedlichen Phasen der Lehrveranstaltung verschiedene Prototyping-Techniken nutzen (siehe Abschnitt 3 für Details). Im Folgenden sollen diese Methoden kurz vorgestellt werden:

1. *Low-Fidelity* Methoden
  - Analoge Wireframes (auch Papier Wireframes) werden genutzt, um einen sehr frühen konzeptionellen Entwurf einer Website oder einer Softwareoberfläche darzustellen. Im Fokus sind die Anordnung von Elementen und Benutzerführung; Gestaltung und Funktion sind irrelevant. Wie der Name andeutet, wird dieser Wireframe analog mit Stiften auf Papier erstellt.
  - Digitale Wireframes werden im Unterschied zu analogen Wireframes mit spezieller Software am PC erstellt.

- Physikalische Prototypen: Anstatt einen Prototyp in Software digital herzustellen, werden das Produkt beziehungsweise der komplette Nutzungskontext des Produktes physikalisch mit verschiedenen Materialien wie z. B. Lego, Holz, Knete, Pappe und Papier hergestellt.
- Customer Journey beschreibt (häufig in kurzen Bildern) die Interaktion, die ein Nutzer mit einem (Software-) Produkt hat. Der Fokus liegt hier auf Nutzungskontexten und Interaktionsschnittstellen des Produktes.
- Storytelling ist ähnlich zu der Customer Journey, jedoch wird beim Storytelling eine konkrete Geschichte narrativ in Worten aufgeschrieben.
- Video-/Theater-Prototypen sind ähnlich zum Storytelling, jedoch wird die Geschichte entweder als Theaterstück inkl. Requisiten oder als Video erzählt.

## 2. High-Fidelity Methoden

- Augmented Reality (AR) / Virtual Reality (VR) Prototypen: Eine virtuelle Umgebung bzw. virtuelle Objekte für Augmented Reality werden erstellt. Diese werden dann in der entsprechenden Hardware, wie etwa einer AR/VR-Brille, dargestellt. Die erstellten Objekte haben jedoch nicht die volle Funktionalität wie in einem finalen Produkt.
- Semi-interaktive App-Oberflächen: Die Oberfläche einer App für Smartphones und Tablets wird für ein Smartphone komplett ausgearbeitet. Jedoch existiert keine vollständige Interaktions- oder Geschäftslogik.
- Teil-Implementierungen: Ein Teilaspekt des finalen Produktes wird in Software umgesetzt. Die Interaktion für den umgesetzten Teil soll vollständig wie möglich sein.

Wenngleich hier eine Unterscheidung zwischen Low- und High-Fidelity Methoden gemacht wird, ist diese Trennung nicht immer exakt machbar und teilweise vom Einsatzkontext abhängig. Zum Beispiel lassen sich einige der hier als Low-Fidelity dargestellten Techniken durchaus auch in High-Fidelity Kontexten einsetzen.

Der Ansatz des Prototypings ist oberflächlich ähnlich zu dem Ansatz des Design Thinkings (vgl. Rowe, 1991) und kann durchaus mit diesem kombiniert werden. Es sollte aber betont werden, dass Prototyping und Design Thinking mehrere Unterschiede haben. Ein großer Unterschied ist, dass das Design Thinking Prinzip auf heterogene Gruppenzusammenstellungen aufbaut. Konkret für den Prototyping Prozess bedeutet dies, dass nicht nur Entwickler\*innen, sondern auch potentielle Nutzer\*innen, Verwalter\*innen etc. in den Designprozess involviert werden. Dies ist auf Grund der Gruppenzusammensetzung in einem Seminar immer nur begrenzt möglich, weshalb sich gegen die Durchführung von Design Thinking entschieden wurde.

## 3 Lehrkonzept und Ablauf der Veranstaltung

Grundlage des Lehrkonzeptes waren das ursprüngliche Seminarkonzept des Instituts für Informatik und das Veranstaltungsformat der Projektgruppe (ein zweisemestriges Projekt-

format für eine Studierendengruppe von 10-20 Personen) aus dem gleichen Institut. Insbesondere aus der Projektgruppe kann man den Einsatz der agilen Methodik herleiten, da Projektgruppen regelmäßig diesen Ansatz wählen. Hinsichtlich des Einsatzes von Prototyping als Kreativitätstechnik beschreitet das Seminar komplett neue Wege. An der Universität gibt es (nach bestem Wissen und Gewissen) kein vergleichbares Format. In der Literatur wird Prototyping als wertvoller Ansatz beschrieben, um in Informatik-Projekten kreativere Ergebnisse zu erzielen (vgl. Kulkarni, Dow & Klemmer, 2014; Pniewska, Adrian & Czerwonec, 2013; Walters & Davies, 2010), es konnte jedoch keine Publikation gefunden werden, die dies im Hochschul-Lehr-Lern-Kontext evaluiert.

In der Lehrveranstaltung waren 16 Teilnehmende angemeldet. Ausgerichtet an den Rahmenbedingungen aus Abschnitt 2.3 wurde das Seminar wie folgt konzipiert und durchgeführt:

Auf der inhaltlichen Ebene hatten die Teilnehmenden die Aufgabe, Anwendungsszenarien und Demonstrationsideen für gegebene moderne Hardware zu erstellen. Eingebettet war diese Aufgabenstellung in den Showroom des Software Innovation Labs (SI-Lab) der Universität Paderborn. Als zentrale wissenschaftliche Einrichtung für Technologietransfer im Bereich Software Innovation hat das SI-Lab Zugriff auf vielfältige moderne Technologien, zum Beispiel AR/VR-Brillen, Drohnen, 3D-Drucker und verschiedene mobile Endgeräte. Die Teilnehmenden sollten für eine eigens gewählte Technologie aus dem Showroom (oder eine Kombination der Hardware) eigenständig eine Idee dazu entwickeln, wie ein entsprechendes neuartiges Nutzungsszenario aussehen kann. Die Teilnehmenden hatten dabei jederzeit Zugriff auf die Technologien.

Organisatorisch wurde das Semester, angelehnt an die agile Softwareentwicklung, in drei Phasen unterteilt (siehe Abschnitt 2.1). Jede Phase begann mit einem Workshop, bei dem die Resultate der vorherigen Phase besprochen wurden und die Aufgabenstellung der neuen Phase erörtert wurde. Innerhalb der Phasen wurden die Teilnehmenden dazu angehalten, selbst-organisierend an ihren Projektideen zu arbeiten. Jede Phase stand unter einem spezifischen Motto, mit einem entsprechenden Arbeitsmodus. Diese Titel waren: Phase 1: *Brainstorming*, Phase 2: *Low-Fidelity Prototyping*, Phase 3: *High-Fidelity Prototyping* (siehe Abbildung 1). Am Ende der dritten Phase stand die finale Projektidee mit den entsprechenden Prototypen. Im Folgenden werden die entsprechenden Aufgabenstellungen und Arbeitsmodi erläutert.

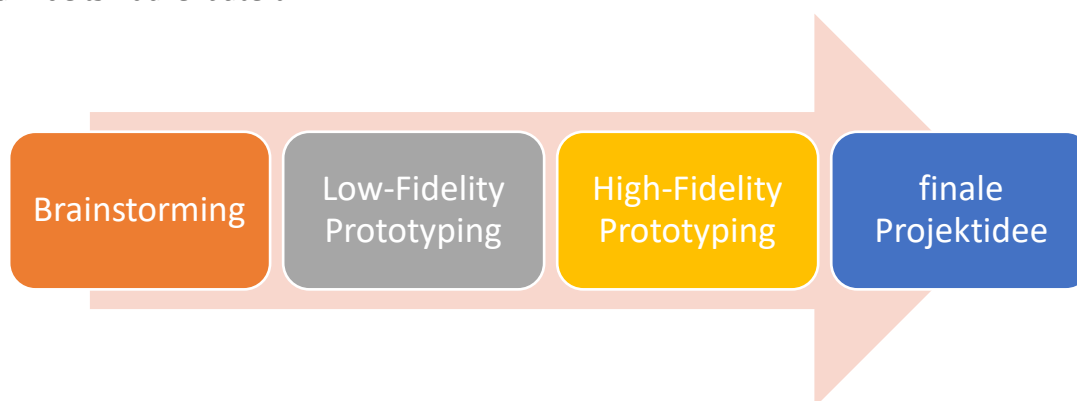


Abbildung 1: Seminarablauf.

In der *Brainstorming-Phase* mussten sich die Teilnehmenden in Gruppen zu je vier Personen aufteilen. Den Gruppen wurde die vorhandene Hardware des Showrooms (17 verschiedene Technologien) vorgestellt und die entsprechenden Dokumentationen zur Verfügung gestellt. Aufgabe für die Phase 1 war es, pro Gruppe 12 verschiedene Ideen in Form von Anwendungsszenarien zu entwickeln, wobei mindestens vier Ideen zwei Technologien miteinander kombinieren sollen. Die Ideen sollten dabei nicht ausführlich beschrieben werden – jede Idee sollte in maximal zwei Minuten Präsentation beschreibbar sein. Weiterhin sollte sich jede Gruppe für die anschließende Phase eine Aufteilung in Zweiergruppen überlegen und pro Zweiergruppe eine Idee als *Fokusidee* wählen, die weiterverfolgt werden soll. Um dieser Aufgabe gewachsen zu sein, wurden den Teilnehmenden verschiedene Kreativitätstechniken vorgestellt, die vom klassischen Brainstorming über die Osborn-Checkliste bis hin zur Walt-Disney-Methode (vgl. Boos, 2007) reichten. Den Kleingruppen wurde freigestellt, welche Technik sie verwendeten und wie Gruppentreffen stattfinden sollten.

In der *Low-Fidelity Prototyping Phase* sollte jeder Zweiergruppe ihre Idee konkretisieren. Dabei standen ihnen die entsprechenden Techniken aus Abschnitt 2.2 zur Verfügung. Wiederum konnten sich die Gruppen frei aussuchen, welche Low-Fidelity Prototypen sie entwickeln wollen (die Lehrkraft hat auf Wunsch hierbei beraten). Im Fokus stand dabei, dass ausgehend von der gewählten Idee kein konkretes Produkt entwickelt werden sollte; es sollte vielmehr der Mehrwert für potentielle Nutzer\*innen herausgestellt werden, um sowohl das Verständnis für die Problemdomäne als auch den Nutzungskontext zu schärfen.

In der finalen, *High-Fidelity Prototyping Phase* wurde in den Zweiergruppen an einem entsprechenden High-Fidelity Prototypen weitergearbeitet. Die Prototypenvorschläge waren dabei an den bisherig entwickelten Prototypen ausgerichtet. Als Abschluss der Phase fand kein weiterer Standard-Zwischenstand-Workshop statt. Stattdessen wurden die erarbeiteten Prototypen der Zweiergruppen auf einer kleinen Messe inklusive initialem Elevator Pitch für die Projektidee präsentiert. An diesem Termin waren auch Promovierende von verschiedenen Informatiklehrstühlen als externe Beobachter\*innen anwesend. Wie bereits in Abschnitt 2.1 erläutert, zählt auch eine Ausarbeitung zum Format Proseminar. Diese wurde von den Zweiergruppen nach dem Abschlusstermin abgegeben.

## 4 Forschungsfragen

Wie bereits erläutert, steht die Förderung von Kreativität im des Lehrforschungsprojektes. Aufbauend auf einer Literaturrecherche (siehe Abschnitt 6) wurde eine Forschungsmethodik gewählt, welche sowohl die prozessbezogene und die produktbezogene Kreativität evaluiert und entsprechende Forschungsfragen erarbeitet. Daraus folgt, dass sowohl die Teilnehmenden hinsichtlich der Durchführung des Prototypings als auch die Teilnehmenden und Doktoranden aus verschiedenen Lehrstühlen bezüglich der Kreativität des finalen Prototyps befragt wurden (siehe Abschnitt 7.1 für eine genauere Erläuterung des Datensatzes). Dazu wurden entsprechende Fragebögen erstellt, die sowohl offene als auch geschlossene Fragen beinhalteten.

Die erste Forschungsfrage befasst sich mit der ersten Kreativitätsphase:

(F1) Wurden die vorgestellten Kreativitätstechniken in der Gruppenarbeit eingesetzt und wurden die Ideen als kreativ empfunden?



Neben der expliziten Förderung von Kreativität sollte auch erörtert werden, ob der agile Aufbau des Seminars von den Teilnehmenden korrekt durchgeführt wurde. Daraus ergibt sich die zweite Forschungsfrage:

(F2) Waren die Studierenden in der Lage, sich selbst zu organisieren und innerhalb der vorgegeben Zeitintervalle Ergebnisse zu erarbeiten, die anhand selbstgewählter Prototyping-Methoden erstellt wurden?

Die weiteren Forschungsfragen thematisieren den Einsatz von Prototyping als Kreativitätstechnik. Insbesondere soll betrachtet werden, ob der Einsatz von Prototyping als kreativitätsfördernde Methode erfolgversprechend ist. Hieraus ergibt sich die dritte Forschungsfrage:

(F3) Welche Prototypingmethoden wurden von den Teilnehmenden genutzt und als wie hoch wurde die Kreativität der daraus resultierenden Projektideen eingeschätzt?

Da das Erarbeiten von kreativen Ideen bisher nicht im Informatikstudiengang konkret thematisiert wird, ist nicht dokumentiert, wie solche Lehrveranstaltungen von Studierenden empfunden werden. Daher wird als vierte Forschungsfrage festgehalten:

(F4) Wie empfanden die Studierenden den Fokus auf Kreativität in einem Seminar im Allgemeinen und den Einsatz von Prototyping im Speziellen?

## 5 Ausgearbeitete Projektideen

Im Verlaufe des Seminars (siehe Abschnitt 2.1 für Details des Seminarablaufes) wurden insgesamt acht Ideen von den Studierenden im Detail ausgearbeitet. Um die produktbezogene Kreativität der Ideen besser einschätzen zu können, sollen diese Ideen und die entsprechend eingesetzten Prototypingtechniken im Folgenden kurz vorgestellt werden. Die Reihenfolge ist dabei alphabetisch nach dem selbstgewählten Projektnamen der Studierenden:

- **3D Objektmodellierung:** Hier soll ein CAD-Programm (CAD = Computer Aided Design) in die virtuelle Realität überführt werden. Mit CAD-Programmen werden Produkte modelliert, angepasst und als Schablone für die physikalische Produktion weitergegeben. Der Arbeitsaufwand dahinter ist häufig unintuitiv, umständlich und komplex. Bei der Idee werden die Vorteile der realen Welt, wie etwa das Arbeiten mit physikalischen Werkzeugen, mit den Vorteilen der digitalen Welt verknüpft, wie zum Beispiel der geraden Schnittführung oder der Rückgängig-Funktion. Statt mit einer Maus am Computer befindet sich die Benutzerin in einer virtuellen 3D-Modellierungsumgebung und kann dort mit ihren Händen am Objekt arbeiten. Dabei kann sie verschiedene Werkzeuge zur Hilfe nehmen und zusätzlich durch Gesten weitere Aktionen ausführen.

*Prototyp:* In der Low-Fidelity Phase wurde eine Customer Journey entwickelt, welche sich insbesondere auf die Interaktion mit virtuellen Werkzeugen fokussiert. Diese Idee wurde im High-Fidelity Prototypen weiterentwickelt. In Unity (Entwicklungsumgebung für Spiele) wurde ein Prototyp geschrieben, in dem ein mit der Tastatur steuerbarer Charakter sich an einer (eingeschränkten) virtuellen Werkbank Werkzeuge greifen kann, um damit ein Objekt zu bearbeiten.
- **Clientmonitoring zur Fahrplanoptimierung:** Hierbei sollen ein Bluetooth-Sensor beziehungsweise ein WLAN-Modul in den Fahrzeugen des ÖPNV installiert werden, um die Auslastung der Fahrzeuge zu erfassen. Dazu führen diese Sensoren regelmäßige Scans

durch und erkennen so Bluetooth-Geräte und WLAN-fähige Geräte im Fahrzeug. Aus diesen Informationen kann man Rückschlüsse ziehen, wie viele Personen sich aktuell im Fahrzeug befinden. Diese Daten werden gespeichert und bei Betriebsende des Fahrzeuges ausgelesen und an ein zentrales System übergeben, in dem die Daten gespeichert, aufbereitet und zur Fahrplanoptimierung benutzt werden.

*Prototyp:* Der Low-Fidelity Prototyp war hier eine Customer Journey, die den Einsatz der Technologie darstellte. Der High-Fidelity Prototyp fokussierte sich auf die Funktionalität für einen ÖPNV-Anbieter. So wurde ein Programm geschrieben, bei dem fiktive ÖPNV-Daten eingelesen werden konnten. Basierend auf diesen Daten wurden verschiedene Visualisierungen (z. B. zur Auslastungsanalyse) angeboten und Optimierungsmöglichkeiten vorgeschlagen.

- *Der dynamische Spiegel:* Der dynamische Spiegel soll es ermöglichen, die Funktion eines Spiegels durch digitale Elemente zu erweitern. Hinter einer verspiegelten Oberfläche befindet sich ein Bildschirm, auf dem multimediale Inhalte dargestellt werden können. Ein Anwendungsgebiet wäre, dass ein Kunde bei einem Frisör sich anzeigen lassen kann, wie gewisse Frisuren oder Barttypen bei ihm aussehen. Ein ähnliches Szenario ergibt sich beim Optiker, wo Kunden verschiedene Brillentypen virtuell aufsetzen können. Verbunden mit einem Analysesystem, das das Gesicht analysiert, können sogar Entscheidungsempfehlungen gegeben werden.

*Prototyp:* Als Low-Fidelity Prototyp hat sich die Gruppe entschieden, in HTML und JavaScript einen Homepageprototypen als Ersatz für den Spiegel zu entwickeln. Dieser wurde dann im Plenum in einem improvisierten Theaterstück vorgestellt. Der High-Fidelity Prototyp baute auf dieser Webseite auf: Die Funktionalität wurde weiterentwickelt, sodass per Webcam Bilder aufgenommen werden konnten und vorher gespeicherte Frisuren über diese Bilder gelegt wurden.

- *EasyOrder:* Hier ist es Thema, den Bestell- und Bezahlprozess eines Restaurants zu digitalisieren und damit zu optimieren. Hierfür soll das eigene Smartphone genutzt werden, welches sich mit dem für den eigenen Tisch vorgesehenen Bluetooth-Beacon verbindet. Besonders das Konfigurieren von Speisen, das Anzeigen von Allergien sowie das Bezahlen sollen mit dem eigenen Gerät vereinfacht werden. Zudem verbessert es zusätzlich durch einen gemeinsamen Server und eine Datenbank die Kommunikation zur Küche und den übrigen Angestellten.

*Prototyp:* In der Low-Fidelity Phase wurde ein aufwändiger Papierprototyp erstellt, der die Oberfläche der Bestell-App darstellt. Darauf aufbauend wurde in der High-Fidelity Phase ein Oberflächenprototyp entwickelt (der sich auf dem Smartphone bedienen ließ) und eine Customer Journey geschrieben, die den Nutzungskontext noch einmal verdeutlicht.

- *First Aid VR:* Bei dieser Idee wurde das Thema Training in der virtuellen Realität aufgegriffen. Als Beispiel dafür wurden Erste-Hilfe-Trainings betrachtet. In der virtuellen Umgebung können die üblichen Aufgaben, die bei der Ersten Hilfe anfallen (Sichern der Unfallstelle, Ansprechen der Person, Herz-Lungen-Massage, stabile Seitenlage) mit entsprechenden Szenarien kombiniert werden. Dadurch wird das Training nicht nur realitätsnäher, sondern auch abwechslungsreicher. In letzter Konsequenz können sogar Prüfungen virtuell abgenommen werden.

*Prototyp:* Die Gruppe hat in der Low-Fidelity Phase bereits eine 3D Umgebung in Unity entworfen. Dazu wurde ein konkretes Szenario ausgewählt, welches trainiert werden sollte (Unfallrettung und Herzdruckmassage) und ein entsprechendes Interaktionskonzept für die VR Umgebung entworfen. Als High-Fidelity Prototyp hat die Gruppe das komplette Konzept in VR umgesetzt. So konnte in der virtuellen Umgebung das erstellte Szenario trainiert werden (inklusive Hilfestellung im Programm). Dafür wurde sogar aus Kissen und einer alten Tastatur ein Dummy gebaut, der die Herzdruckmassage *anfassbar* werden ließ.

- *Intelligentes Gymnastik-Assistenz-System:* Hier soll die korrekte Ausführung von Fitness- und Gymnastikübung mit Hilfe von AR-Technik auch für Laien möglich sein. Während des Trainings hat die Trainerin die AR-Brille auf und kann somit die Ausführung des Sportlers im Detail untersuchen und analysieren. Dabei liegt ein besonderer Fokus auf der Körperhaltung, die von der AR-Brille erfasst werden kann. Gerade unerfahrene Trainer\*innen erhalten so hilfreiches Wissen über die korrekte Ausführung. Im Fitness- bzw. Calisthenics-Sport können Trainingspartner\*innen gegenseitig die Ausführung der Übungen prüfen und einer falschen Haltung vorbeugen. Eine weitere Ergänzung ist die Aufzeichnung von Bewegungen bei Sportarten mit Gegnern. Die Aufzeichnung könnte dann zur späteren Analyse oder für das Training gegen virtuelle Gegner\*innen genutzt werden, wobei der Spieler dann selbst eine AR- oder VR-Brille trägt.

*Prototyp:* Der Low-Fidelity Prototyp war hier eine Customer Journey inklusive einer entsprechenden Bildergeschichte, auf der gezeigt wurde, wie in AR eine falsche Körperhaltung angedeutet werden kann. In der High-Fidelity Phase hat die Gruppe zwei Prototypen entwickelt: Einerseits wurde per Videobearbeitung eine durchgeführte Fitnessübung angepasst, als ob sie durch das System analysiert wurde: Körperhaltung und fehlerhafte Ausführung wurden erkannt. Andererseits wurde in einer virtuellen Umgebung eine Fitnessumgebung entwickelt, auf der mehrere Strichmännchen eine Übung in unterschiedlicher Güte ausführen, welches entsprechend grafisch aufbereitet wurde.

- *Visualog:* Um Möbel effizienter einkaufen zu können, sollte AR-Technologie verwendet werden, um den Prozess zu entschlacken. Anstatt umständlich und das Zimmer im Detail auszumessen und anschließend in verschiedene Möbelhäuser zu gehen, um das angebotene Angebot vor Ort zu begutachten, kann ein interessierter Kunde dank eines digitalen Möbelkatalogs im Zimmer zu Hause die Möbelstücke virtuell ausprobieren. Diese werden auf der AR-Brille mit den korrekten Maßen im Raum angezeigt, sodass nicht nur die Farbauswahl kontrolliert werden kann, sondern auch, ob überhaupt genügend Platz für das Möbelstück vorhanden ist.

*Prototyp:* In der Low-Fidelity Phase wurde eine Customer Journey entworfen, die zeigt, wie eine potentielle Kundin mit der Visualog-Lösung interagiert. In der High-Fidelity Phase wurden dann digitale Wireframes für ein entsprechendes Programm entworfen, um darzustellen, wie eine Shop-Navigation per AR-Brille funktioniert und Möbel virtuell im Raum platziert werden.

- *VR Trip:* VR-Trip soll Benutzer\*innen die Urlaubssuche erleichtern, sowohl auf Reiseportalen als auch in Reisebüros. Das Prinzip ist ebenfalls auf Erlebnisseiten wie z. B. My-Days oder Jochen Schweizer anwendbar. Die Idee ist, dass Hotelbetreiber 3-D-Scans

und/oder 360°-Video-Aufnahmen ihrer Anlage zur Verfügung stellen. Dieses ermöglicht es Benutzer\*innen, sich in virtueller Umgebung einen realitätsnäheren Eindruck von der Hotelanlage zu verschaffen als es durch Bilder und beschreibende Texte möglich wäre. Dadurch ist es für Hotelbetreiber möglich, ihre Anlage bestmöglich zu präsentieren. Den Benutzer\*innen bietet die interaktive Hotelansicht Abwechslung zu immer wiederkehrenden Textphrasen von Hotelbeschreibungen und manipulierten Fotos.

*Prototyp:* Als Low-Fidelity Prototyp hat sich die Gruppe für drei Alternativen entschieden. So wurde zunächst eine Customer Journey rund um die Idee konzipiert. Dazu wurde ein Homepage-Wireframe entwickelt, welcher die Einbindung von VR Trip in Reisewebseiten andeutet. Zuletzt wurde auch ein VR Wireframe gebaut, der eine Grobskizze der virtuellen Umgebung zeigt. Diese beiden Wireframes wurden für den High-Fidelity Prototypen weiterentwickelt. Die Gruppe hat eine Beispielreise-Webseite erstellt, bei der per Mausclick ein virtueller (Pseudo-) Rundgang durch eine fiktive Hotelanlage gestartet werden kann.

## 6 Ausgangslage der Kreativitätsevaluation

In diesem Abschnitt wird die verwandte Literatur zum Thema *Evaluierung von Kreativität* aufgearbeitet. Dabei bleibt festzuhalten, dass nach einhelliger Meinung Kreativität diejenige kognitive Fähigkeit ist, bei der eine Beurteilung sich am kompliziertesten gestaltet (vgl. Balchin, 2006; Cowan, 2006). Die Gründe hierfür sind vielfältig: Der Kreativitätsprozess ist häufig hochgradig persönlich, hängt von der Problemstellung ab und basiert nicht selten auf einem *Geistesblitz*, der schwer festzuhalten ist. Hinzu kommt, dass Kreativität häufig nach dem finalen Produkt des Prozesses bewertet wird, es jedoch eigentlich die Fehler und Sackgassen des Prozesses sind, in denen Kreativität weiterentwickelt und geschliffen wird. Jedoch ist es ohne Frage wichtig, dass Kreativität evaluiert werden muss (vgl. Jackson, 2005). Kreativitätsevaluationsforschung wird seit den späten 1950er Jahren (vgl. Maher, 2006) betrieben, dabei wurden unzählige Instrumente und Methoden entwickelt, die häufig für spezielle Themenkontexte oder Zielgruppen ausgerichtet sind. Für einen Überblick über die frühen Evaluierungsinstrumente sei an dieser Stelle an die Artikel von Kaltsounis und Honeywell (vgl. Kaltsounis & Honeywell, 1980) beziehungsweise Torrance und Goff (vgl. Torrance & Goff, 1990) verwiesen.

In den letzten Jahren haben sich zwei grundsätzliche Perspektiven durchgesetzt, wie Kreativität (im Rahmen der Forschungsfragen) evaluiert werden kann: prozessbezogen und produktbezogen. Im ersten Fall werden die Personen im kreativen Prozess beobachtet und bewertet, im zweiten Fall wird das Resultat des kreativen Prozesses evaluiert. Beide Herangehensweisen haben ihre eigenen Vor- und Nachteile. Keine von beiden Methodiken kann als vollständige Bewertung der Kreativität herangezogen werden. Da Kreativität hochgradig komplex ist, kann sie nicht wirksam und umfassend von einem Instrumentarium bzw. nur einer Perspektive erfasst werden (vgl. Balchin, 2005). Sowohl Prozess als auch Produkt sollten evaluiert werden. Es existieren formale Ansätze, um beide Perspektiven in einem Framework für spezielle Domänen (z. B. Produktdesign) zu vereinen (vgl. Lee, Gu, Jupp & Sherratt, 2014), diese sind aber nicht direkt auf andere Domänen übertragbar.

Der übliche Ansatz zur Bewertung von Kreativität ist der produktbezogene. Größter Nachteil an der Methodik ist, dass es für den Bewertenden nicht nachvollziehbar ist, ob das

vermeintlich kreative Produkt nicht eine *recycle*te Version einer eher erstellten Produktidee der gleichen Person ist oder ob es komplett neu *erfunden* wurde. Nichtsdestotrotz wird der produktbezogene Ansatz in Schul-, Hochschul- und Forschungskontexten primär gewählt. Die produktbezogene Evaluation wird in der Regel von Expert\*innen der Domäne (Wissenschaftler\*innen/Lehrer\*innen/Vorgesetzte) vollzogen (vgl. Balchin, 2006; Maher, 2011).

Ein weiterer Ansatz zur Kreativitätsbeurteilung ist es, die kreative Person in den Bewertungsprozess mit einzubeziehen (vgl. Cowan, 2006; Elton, 2005). Für Notengebung mag dies ein nicht sinnvoller Ansatz sein, aber im Kontext der Weiterentwicklung von kreativen Fähigkeiten erscheint es hilfreich, die Person mit einzubeziehen, die am besten über den kreativen Prozess informiert ist. Hier ergeben sich Kombinationsmöglichkeiten mit der bereits beschriebenen Expertenevaluation, um eine gewisse Informationsdiversität bei der Bewertung zu haben (vgl. Balchin, 2006; Candy, 2013).

Im Hinblick auf die Kreativitätsbewertung gibt es viele Bewertungsdimensionen, die sich teilweise überdecken oder auch ergänzen. Kern der meisten Bewertungsschemata sind die drei *essentiellen* Kriterien für Kreativität: Neuartigkeit/Andersartigkeit, Wert/Nutzen und Plötzlichkeit/Disruptivität (vgl. Maher, 2006). Alle drei Kriterien können in verschiedenen Ausprägungstiefen betrachtet werden. Häufig werden diese Kriterien im Rahmen der Randbedingungen „*Four Ps of creativity*“ betrachtet: *People, Process, Product* und *Press* (im Sinne von: Environment, vgl. Balchin, 2006; Candy, 2013; Lee, Gu, Jupp & Sherratt, 2014; Murdock & Puccio, 1993). Als alternative Formulierung für Bewertungskriterien seien an dieser Stelle beispielhaft die Kriterien von Balchin genannt: Einzigartigkeit, Ideenassoziiierung, Risikobereitschaft, Potential, Funktionsfähigkeit, Qualität der Ausgestaltung und Attraktivität. Quintessenz an dieser Stelle ist: Es gibt viele verschiedene Begriffe für die (implizite oder explizite) Ausprägung von Kreativität, die im Kern auf ähnliche Aspekte hindeuten. Die Anzahl, Ausprägung und Gewichtung der verschiedenen Bewertungsdimensionen sind nicht nur vom Kreativitäts-Kontext abhängig, sondern auch von der Intention der Studie (vgl. Candy, 2013). Erwähnenswert ist hier auch die semantische Karte für Kreativitätsbewertung von van der Velde et al. (van der Velde, Wolf, Schmettow & Nazareth, 2015), die eine geclusterte Karte von Worten empirisch erarbeitet haben, welche dazu genutzt werden kann, verschiedene Aspekte von Kreativität auf Skalen abzubilden, um Kreativitätsdimensionen zu bewerten.

Im Rahmen der Forschungsfragen ist es relevant, dass es eine experimentelle Studie gibt (vgl. Mueller, Melwani & Goncalo, 2012), die ergeben hat, dass in gewissen Situationen hohe Kreativität als negativ empfunden wird, da Gutachter\*innen die Tendenz dazu haben, Praktikabilität und Neuartigkeit als Gegensätze ansehen. Somit werden, gemäß dem Fall, dass ein gewisser Grad von Unsicherheit vorliegt, uncreative und weniger risikoreiche Ansätze positiver bewertet.

Neben der bereits hier diskutierten Forschung hinsichtlich der Kreativität von Menschen gibt es auch Forschung, die sich mit der Kreativität von Organisationen und der Kreativität von künstlicher Intelligenz bzw. Computern (sogenannte *computational creativity*) beschäftigt, vgl. hierzu die Konferenzbände der *International Conference on Computational Creativity* (vgl. Candy, 2013; Maher, 2011).

## 7 Evaluation

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse des Proseminars und des Einsatzes von Prototyping als Kreativitätstechnik untersucht. Hierzu werden sowohl die Ergebnisse der Studierendenevaluation als auch verschiedene qualitative Umfragen zu Rate gezogen (siehe Abschnitt 7.1).

### 7.1 Datensatz

Die Evaluation bezieht sich auf drei unterschiedliche Datensätze, die im Verlaufe des Seminars erhoben wurden. Zunächst gibt es einen *Eigenevaluations-Fragebogen*, der von den Teilnehmenden ausgefüllt wurde. Hier wurden Fragen zu der eigenen Arbeitsweise und den Resultaten der Phasen gestellt, um eine kritische Auseinandersetzung mit dem eigenen Kreativitätsprozess zu ermöglichen.

Des Weiteren gibt es einen *Fremdevaluations-Fragebogen*, der den Teilnehmenden auf dem Abschlusstermin ausgegeben wurde und der während der Messe ausgefüllt wurde. Hier sollten generelle Fragen über die Kreativität und die Anwendung der Prototypingtechniken über alle Projekte hinweg beantwortet werden. Dazu sollte jede\*r Teilnehmende drei Projekte im Detail begutachten und spezifischere Fragen beantworten. Hierfür wurde im Voraus eine entsprechende Verteilung von Gutachtern auf Projekte vorgegeben, um sicherzustellen, dass die Projekte gleich oft evaluiert werden. Dieser Fremdevaluations-Fragebogen wurde auch an externe Teilnehmende (Promovierende von Lehrstühlen der Informatik) ausgeteilt, die am Abschlusstermin des Seminars teilgenommen haben. Externen Teilnehmenden wurden dieselben Fragen gestellt, aber es wurde ihnen freigestellt, wie viele einzelne Projekte sie im Detail beobachten wollen.

Der Eigenevaluations-Fragebogen wurde insgesamt von allen 16 Teilnehmenden ausgefüllt, die Fremdevaluation wurde von 14 Seminarteilnehmenden (zwei Teilnehmende fehlten entschuldigt) und acht externen Teilnehmenden ausgefüllt. Alle Fragebögen wurden anonym ausgefüllt.

### 7.2 Kreativität(-stechniken) in Phase 1

In diesem Abschnitt soll insbesondere die Kreativität der ersten Phase des Seminars betrachtet werden. Dazu werden sowohl die konkreten Ergebnisse dieser Phase (produktbezogene Kreativität) betrachtet als auch die entsprechenden Fragen des Eigenevaluationsfragebogens ausgewertet (prozessbezogene Kreativität).

Als Endprodukt der ersten Phase wurden von den Gruppen (zu je 4 Personen) 48 Ideen erarbeitet, von denen acht Ideen als Fokuseen weiterverfolgt wurden. Wenn man davon Duplikate entfernt und ähnliche Ideen zusammenfasst, ergeben sich 37 Ideen, die ein Alleinstellungsmerkmal haben. Diese sollen an dieser Stelle nicht im Detail vorgestellt werden. Es soll aber hervorgehoben werden, dass ein Großteil der Teilnehmenden versucht hat, die persönliche Lebenssituation in die Ideenfindung miteinzubeziehen. Entsprechend wurden Projektideen für Hobbys entwickelt oder Lösungen für Probleme gesucht, die im eigenen Arbeitsleben schon aufgetreten sind.

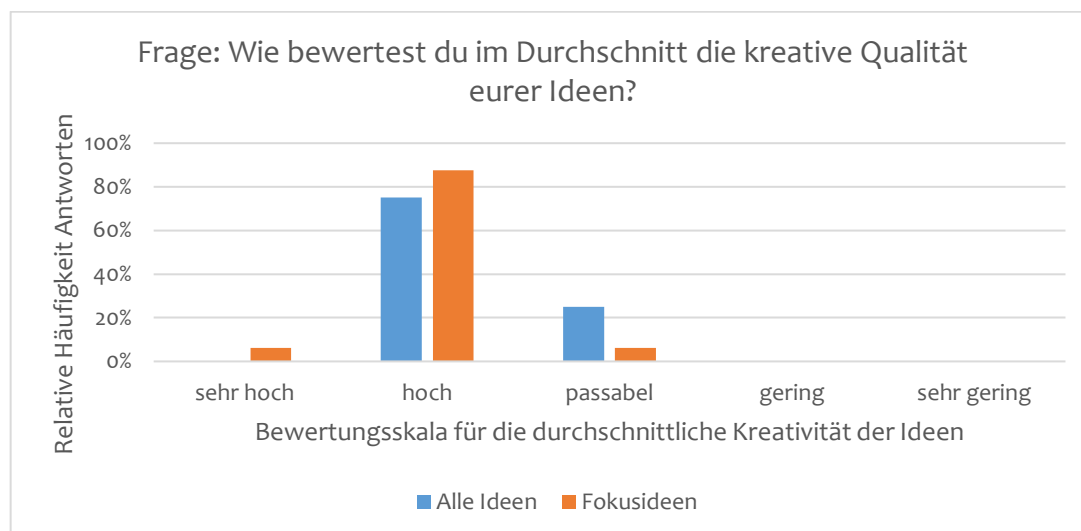


Abbildung 2: Auswertung Eigenevaluation: Kreativität der eigenen Ideen.

Im Eigenevaluations-Fragebogen wurden die Studierenden gebeten, sowohl die Kreativität der eigenen Ideen einzuschätzen als auch anzugeben, wie viele kreative Ideen ihnen in der ersten Phase begegnet waren. Die zweite Frage diente der Kontrolle, ob die Studierenden hauptsächlich ihre eigenen Ideen als kreativ bewerteten. Nachfolgend wird auf die Antworten zu den Fragen eingegangen. Die durchschnittliche Kreativität ihrer eigenen Ideen sahen die Teilnehmenden zum Großteil als hoch an (siehe Abbildung 2), bei den Fokusideen sagte sogar eine Person, dass die Kreativität sehr hoch ist. Sehr viel wichtiger ist jedoch die Tatsache, dass niemand die Kreativität schlechter als passabel bewertete.

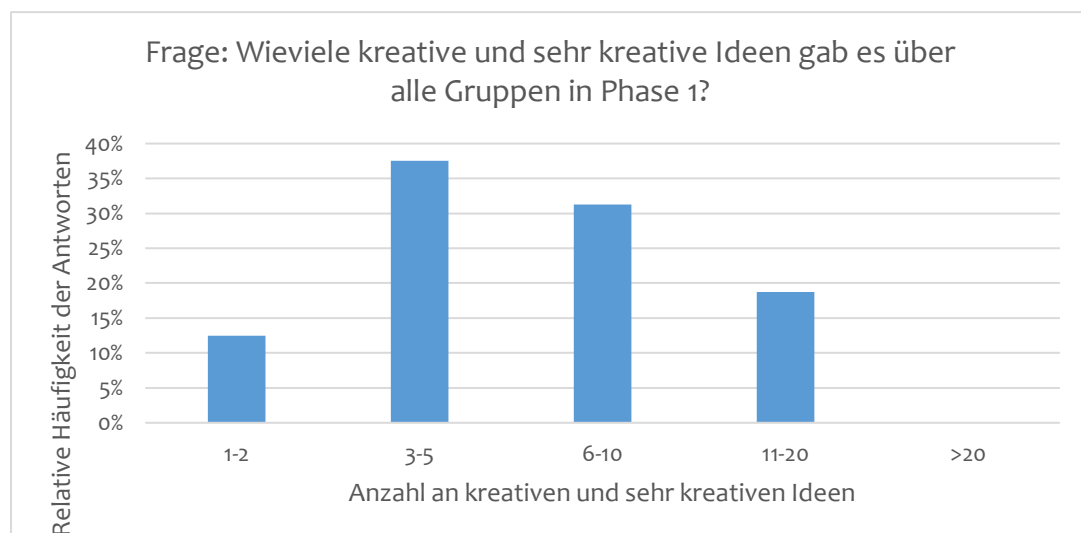


Abbildung 3: Auswertung Eigenevaluation: Anzahl kreativer Ideen.

Um auszuschließen, dass die Teilnehmenden lediglich ihre eigenen Ideen als übermäßig positiv bewerten, wurde in einem zweiten Schritt ermittelt, wie viele der insgesamt 48 Ideen des Seminars als kreativ oder sehr kreativ bewertet wurden. Das entsprechende Ergebnis ist in Abbildung 3 zu finden. Es lässt sich ablesen, dass fast 70 % aller Teilnehmenden drei bis 10 kreative bzw. sehr kreative Ideen in Erinnerung haben, was ca. einer bis zwei entsprechend gute Ideen pro Gruppe (im Durchschnitt) bedeutet. Dies spricht dafür, dass

tatsächlich die Kreativität der eigenen Ideen etwas überbewertet wird. Andererseits ist es durchaus positiv zu bewerten, dass fast 20 % aller Teilnehmenden mehr als 10 Ideen entsprechender Qualität gesehen haben.

### 7.3 Kreativität der Prototypen

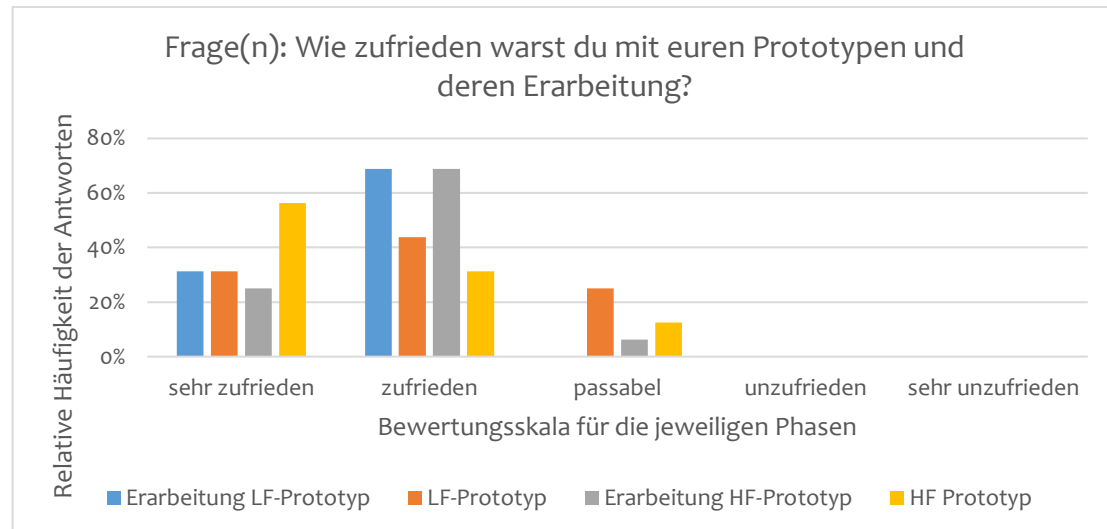


Abbildung 4: Auswertung Eigenevaluation: Zufriedenheit mit Prototypen und der Erarbeitung.

Wie bereits beschrieben, wurde die Kreativität der einzelnen Prototypen auf mehrere Arten hinterfragt. Bei der Eigenevaluation gab es vier Fragen, die auf die kreativen Qualitäten der Prototypen (und der damit verbundenen Zufriedenheit) abzielten. Dabei wurde gefragt, wie zufrieden die Teilnehmenden mit ihren eigenen Prototypen und dem entsprechenden Erarbeitungsprozess waren. Bei der Fremdevaluation gab es im ersten Teil zwei konkrete Fragen über die kreative Qualität aller Ideen, dabei wurde sowohl die Kreativität über alle Projekte im Durchschnitt erfragt als auch eruiert, wie viele Projektideen konkret sehr kreativ waren. Die Ergebnisse werden im Folgenden zusammengefasst.

In der Eigenevaluation wurde explizit nachgefragt, wie zufrieden die Teilnehmenden mit den beiden Prototypen und dem entsprechenden Erarbeitungsprozess sind (siehe Abbildung 4). Selbstverständlich lässt sich dadurch nicht direkt ablesen, wie hoch die Kreativität der Prototypen an sich ist. Jedoch lässt eine hohe Zufriedenheit mit dem Endprodukt und insbesondere mit dem Prozess durchaus Rückschlüsse darauf zu, inwieweit die einzelnen Gruppen ihre eigene kreative Leistung bewerten. Es sticht wieder heraus, dass keine Person mit den Prototypen und der entsprechenden Erarbeitung unzufrieden war. Des Weiteren ist es interessant, dass beim Low-Fidelity Prototyping der Erarbeitungsprozess besser bewertet wird als das finale Produkt, während sich beim High-Fidelity Prototyping ein umgekehrtes Bild ergibt. Als besonders positiv bleibt festzuhalten, dass über 50 % der Teilnehmenden mit ihrem HF Prototypen sehr zufrieden sind. Hieraus kann man durchaus schließen, dass die Teilnehmenden in ihrem Prototyp eine gelungene kreative Umsetzung ihrer Ursprungsidee sehen.



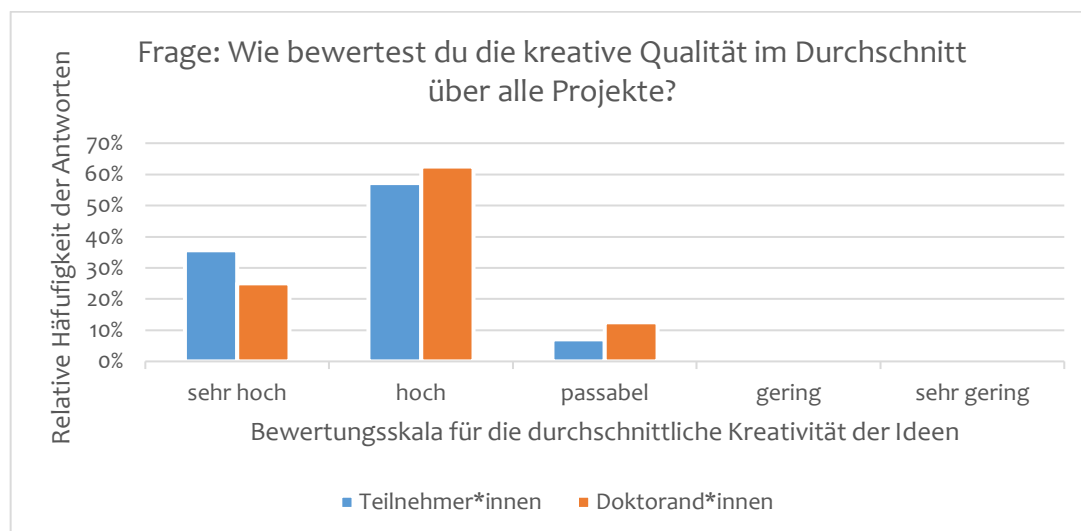


Abbildung 5: Auswertung Fremdevaluation: Durchschnittliche Kreativität der Projektideen.

Die Ergebnisse der Fremdevaluation spiegeln den positiven Eindruck der bisher dargestellten Befunde wider. Dabei ist zu beachten, dass diese Befragung die produktbezogene Kreativität eruieren kann, da insbesondere die externen Teilnehmenden nicht den Entwicklungsprozess der Projektideen beobachten konnten. Im Hinblick auf die durchschnittliche Kreativität über alle Projekte (siehe Abbildung 5) geben beide Gruppen sehr gute Noten. Es bleibt festzuhalten, dass die externen Teilnehmenden prozentual etwas schlechter bewerten.

#### 7.4 Einsatz der Prototypingtechniken

Der Einsatz der Prototypingtechniken wurde sowohl in der Eigen- als auch der Fremdevaluation thematisiert. Bei der Eigenevaluation zielten die Fragen auf die Zufriedenheit mit den eigenen Prototypen ab. Bei der Fremdevaluation fokussierten sich zwei Fragen direkt auf den Einsatz der Prototypingtechniken. Nachfolgend werden die Ergebnisse analysiert.

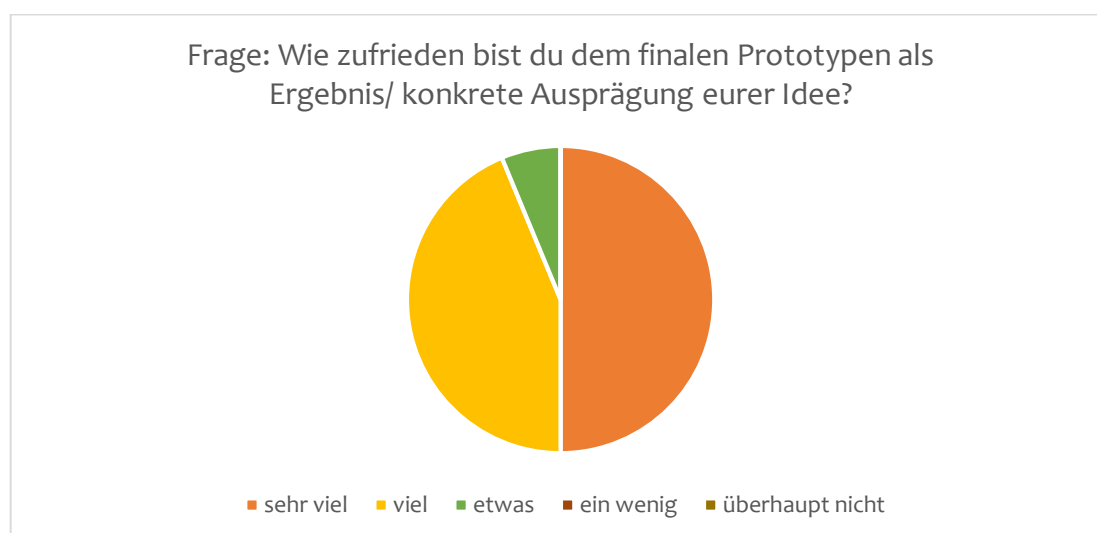


Abbildung 6: Auswertung Eigenevaluation: Zufriedenheit mit Prototyp.

Bei der Eigenevaluation lässt sich einerseits auf die bereits erwähnten Ergebnisse hinsichtlich der Zufriedenheit mit den Prototypen und der entsprechenden Erstellung aus Abbildung 4 verweisen. Zumindest aus der Eigenperspektive herrscht eine hohe Zufriedenheit mit den Prototypingtechniken. Auf die explizite Nachfrage hin, wie zufrieden die Teilnehmenden mit dem finalen Prototyp als Ergebnis ihrer ursprünglichen Fokussidee sind, sagten 50 %, dass sie sehr zufrieden und weitere ca. 44 %, dass sie zufrieden waren (siehe Abbildung 6).

Bei der Fremdevaluation kann wieder zwischen Promovierenden- und Teilnehmendenperspektive differenziert werden. Bei der Frage, wie gut die Prototypingmethoden über alle Projekte hinweg eingesetzt wurden (siehe Abbildung 7), bewerten alle den Einsatz als passabel oder besser. Ähnlich zu den Ausführungen in Abschnitt 7.3 sind die Externen etwas weniger positiv bei der Bewertung. Dies mag insbesondere darin begründet sein, dass eine Teilmenge der externen Anwesenden im Bereich des Prototyping forscht bzw. geforscht hat und dadurch den Einsatz der Methodik kritischer betrachtet. Im Gegenzug dazu haben die Teilnehmenden des Seminars noch sehr wenig Erfahrung und gehen mit einer anderen Erwartungshaltung an die Prototypenevaluation.

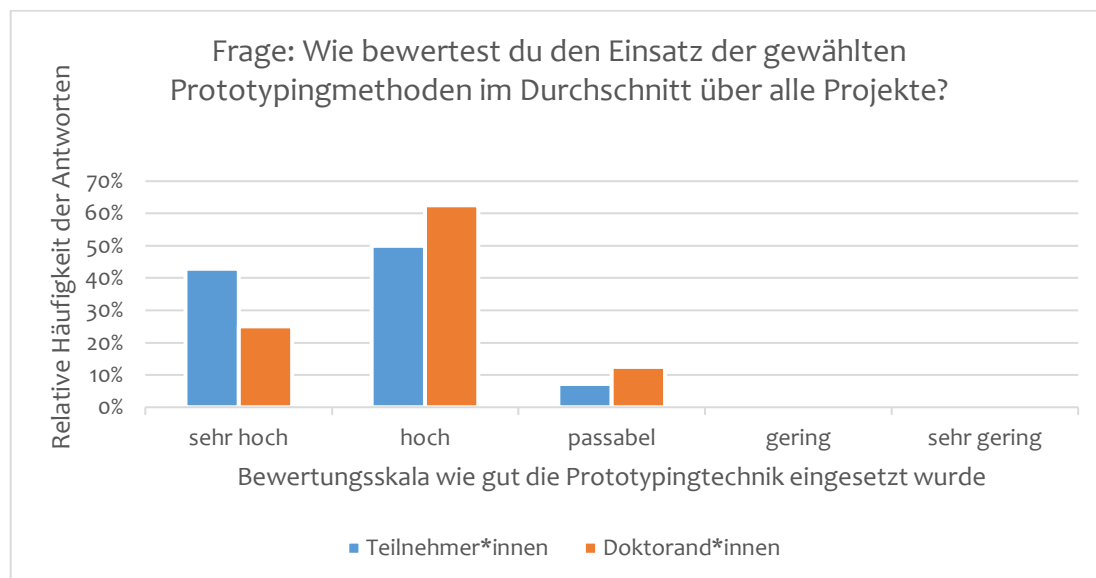


Abbildung 7: Auswertung Fremdevaluation: Durchschnittliche Einsatz des Prototypings.

## 7.5 Einfluss der Prototypingtechniken auf die Kreativität

Ob und wie stark die Prototypingtechniken die Kreativität der Teilnehmenden beeinflusst haben, lässt sich – ohne Vergleichswertbasis – schwer konkret beantworten. Nichtsdestotrotz gibt es genügend Hinweise, dass Prototyping im Kreativitätsprozess hilfreich war. In der Eigenevaluation zielten zwei Fragen auf diese Thematik ab. So wurde erfragt, wie hilfreich die vorgestellten Prototypingtechniken waren und wie sehr sich die Projektidee im Low-Fidelity Prototyp weiterentwickelt hat. Bei der Fremdevaluation waren zwei Fragen indirekt auf den Einfluss der Prototypingtechniken ausgerichtet, indem nach dem Reifegrad der Projekte gefragt wurde.

Auf die Frage, ob die Prototypingtechniken für die Erarbeitung der Seminarresultate hilfreich waren, bejahten dies ca. 80 % (siehe Abbildung 8). Ca. 30 % antworteten sogar,

dass diese sehr hilfreich waren. Dieses positive Feedback kann dadurch bedingt sein, dass den Teilnehmenden die Techniken im Verlaufe des Seminars als kreativitätsfördernd vermittelt wurden und somit eine Art *Confirmation-Bias-Effekt* (vgl. Nickerson, 1998) entsteht. Da die Teilnehmenden jedoch die einzigen sind, die konkret im Kreativitätsprozess involviert waren, muss diesen sehr positiven Zahlen vertraut werden.

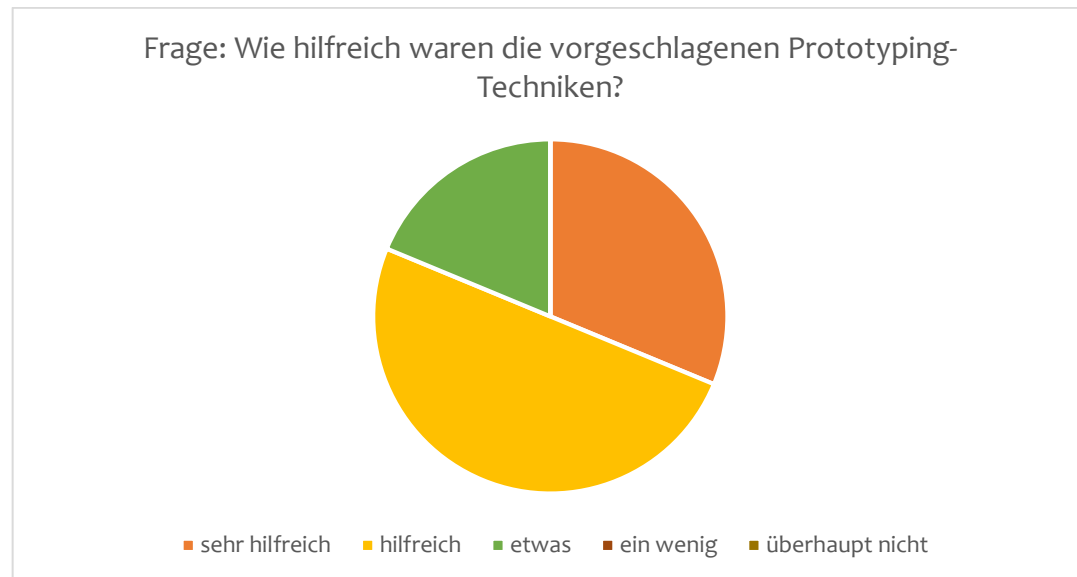


Abbildung 8: Auswertung Eigenevaluation: Brauchbarkeit der Prototypingtechniken.

Des Weiteren geben ca. 31 % der Teilnehmenden an, dass sich in der Low-Fidelity Phase ihre initiale Idee sehr viel (stark) weiterentwickelte. Weitere ca. 43 % sagen, dass sich die Idee viel weiterentwickelt hat. Diese Zahlen lassen sich auch mit Aussagen belegen, die in den Kommentarfeldern auf den Fragebögen hinterlassen wurden. So wurde auf die Frage *Was hast du in dem Proseminar gelernt?* folgendes geantwortet:

- „Ich fand die Projekte der meisten Gruppen sehr gelungen und interessant. Daher habe ich vor allem gelernt, wie viel Kreativität in den Studenten steckt.“
- „Strukturiertes Entwickeln von Ideen. Gerade das Prototyping ist sehr interessant, da man so Software vorzeigen kann, ohne diese wirklich entwickelt zu haben.“
- „Einen strukturierten Prozess [sic] um Ideen im Team zu entwickeln, verfeinern und schlussendlich umzusetzen, [...]“

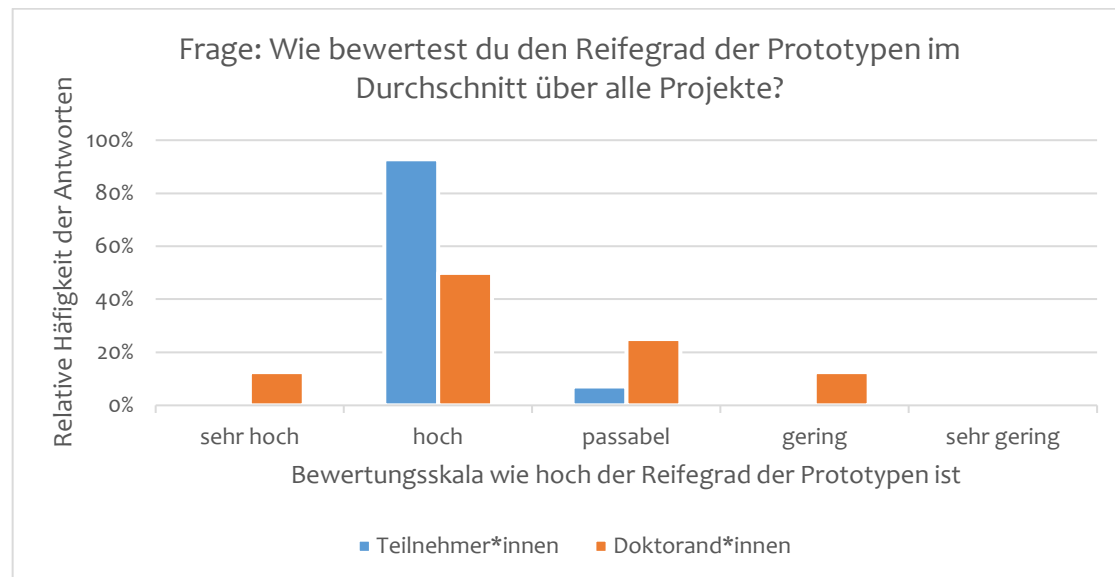


Abbildung 9: Auswertung Fremdevaluation: Reifegrad der Prototypen.

Bei der Fremdevaluation ist der Reifegrad des finalen High-Fidelity-Prototypen ein mögliches Merkmal dafür, dass nicht nur der Prototyp an sich eine entsprechende Qualität hat, sondern auch ob das Prototyping den kreativen Prozess unterstützt hat. Wie Abbildung 9 zu entnehmen ist, bewerten über 90 % der Teilnehmenden den durchschnittlichen Reifegrad der Prototypen als hoch. Bei den Externen ergibt sich ein diversifiziertes Bild – über 60 % bewerten jedoch auch den Reifegrad als hoch oder sehr hoch. Die höhere Bandbreite an Meinungen könnte auch hier wieder dadurch begründet sein, dass einige der Externen einen gewissen Erfahrungsschatz mit Prototypingtechniken oder deren Anwendung haben.

## 7.6 Rückmeldung der Studierenden

In jedem Semester werden Studierende durch eine studentische Veranstaltungskritik (VKrit) zu ihrer Meinung zu den jeweiligen Lehrveranstaltungen befragt. Die VKrit ist eine schriftliche Lehrveranstaltungsevaluation der Fakultät mit standardisiertem Evaluationsbogen, den die Studierenden der Lehrveranstaltung (online) ausfüllen sollen. Die VKrit wird für jede Lehrveranstaltung durchgeführt und ist vollständig anonym. Zwar sind die gestellten Fragen nicht auf eine spezielle Veranstaltung zugeschnitten, dennoch können aus der VKrit insbesondere Erkenntnisse bezüglich der dritten Forschungsfrage gewonnen werden. Zudem wurde auch in der Eigenevaluation den Teilnehmenden die Möglichkeit gegeben, Rückmeldung zum Seminar und der Methodik zu geben. Diese Aussagen sollen hier zusammengefasst werden.

Bei der VKrit hat das Seminar hervorragend abgeschnitten. Bei *Gesamteindruck* haben alle Teilnehmende der Umfrage mit „sehr gut“ (der Höchstnote auf einer Skala aus fünf Items von sehr gut bis sehr schlecht) abgestimmt; bei den Kriterien *Ich habe der Veranstaltung gut folgen können* und *Ich kann das Erlernte anwenden* haben alle bis auf eine Person mit der Bestnote bewertet. Obwohl die kleine Größe der Veranstaltung eine gute Bewertung begünstigt, sind diese fast ausnahmslos sehr guten Bewertungen doch eine absolute Seltenheit im Vergleich zu anderen Veranstaltungen des Instituts für Informatik.

Auf die Frage der Eigenevaluation, ob die Teilnehmenden das Seminar noch einmal belegen und weiterempfehlen würden, wurden äußerst positive Antworten gegeben. Hier wurden fast alle neuartigen Aspekte (agile Herangehensweise, Gruppenarbeit, Prototyping) positiv erwähnt. Darüber hinaus wurde insbesondere mehrfach hervorgehoben, dass die erlernten Inhalte weit über das Seminar hinaus als sinnvoll erachtet werden.

## 8 Erkenntnisse und Fazit

In diesem Abschnitt werden verschiedene Erkenntnisse zusammengefasst und die Forschungsfragen aus Kapitel 4 beantwortet.

### 8.1 Struktur des Seminars (Einsatz agiler Methoden)

Das Feedback der Teilnehmenden in den Fragebögen und auch in persönlichen Gesprächen war durchweg positiv hinsichtlich des Seminarverlaufs. Dabei wurde insbesondere positiv hervorgehoben, dass in den einzelnen Phasen des Seminars große Freiheit herrschte (sowohl inhaltlich als auch organisatorisch) und man so im eigenen Arbeitsstil Fortschritte machen konnte. Ebenso das für ein Informatik-Seminar unübliche Arbeiten in Gruppen wurde positiv erwähnt – insbesondere von Teilnehmenden, die schon Teilzeit in Unternehmen arbeiten und somit deutlich Parallelen zur Arbeitswelt erkennen konnten.

Aus organisatorischer Sicht war im Verlauf des Seminars nicht immer deutlich, ob den Teilnehmenden genügend Informationen und Hilfestellung zur Verfügung standen, um ihre Aufgaben so gut wie möglich zu lösen. Dies liegt ein wenig in der Natur der agilen Methodik. Hier kann durch regelmäßige Informationsaustauschtreffen aus Perspektive der Lehrenden gegengesteuert werden. Das Feedback der Teilnehmenden war auch hier positiv. Es sollte aber bedacht werden, dass hier im Voraus sehr wohlüberlegt geplant werden muss, wie viele Informationen nötig sind, um entsprechend methodisch kreativ zu werden, ohne die Teilnehmenden zu sehr im Kreativitätsprozess an die Hand zu nehmen. Eine Möglichkeit zum Nachjustieren in den Phasen ist de facto nicht im aktuellen Durchgang, sondern erst bei der nächsten Durchführung des Seminars vorhanden.

### 8.2 Prototyping in der Lehre

Für mich persönlich als Lehrender des Seminars ist der Einsatz von Prototyping ein absoluter Erfolg. Neben den bereits beschriebenen didaktischen Zielen war es die Intention der Lehrveranstaltung, dass sich die Teilnehmenden mit Hilfe der Prototypingmethoden kreativ an der gegebenen Hardware *austoben* können. Die abschließende Messe hat gezeigt, dass dieses Ziel vollauf erreicht wurde. Als besonders herausragende Beispiele seien hier der VR-Erste-Hilfe-Trainings-Prototyp und der 3D-Objektmodellierungs-Prototyp genannt.

Durch das breite Angebot an Prototypen konnte jede Gruppe individuell entscheiden, welche Technik am besten zu ihrer Projektidee passte. Dies hat in letzter Konsequenz dazu geführt, dass die aufwändigeren Low-Fidelity Prototypen (zum Beispiel aus Lego oder ein Video) wenig genutzt wurden. Dies ist prinzipiell nicht negativ, da es nie mein Ziel war, alle Methoden durchzuführen. Sollte dies jedoch ein Ziel sein, so könnte man hier durch eine stärkere Anleitung gegensteuern.

Erfreulicherweise wurde von allen Teilnehmenden das Seminarformat mit einem Fokus auf Prototypen als sehr positiv empfunden. Dies war für mich so nicht abzusehen, da von

den Teilnehmenden viel eigenverantwortliches Arbeiten erwartet wurde und verglichen mit dem bestehenden Seminarkonzept des Instituts die Zielsetzung des Seminars deutlich diffuser war. Diese positive Rückmeldung bestärkt das Gefühl, dass die Methodik durchaus Möglichkeiten bietet, auf andere Formate angepasst zu werden.

### 8.3 Beantwortung der Forschungsfragen

Die Antworten auf die in Kapitel 4 formulierten Forschungsfragen wurden implizit bereits in den verschiedenen Unterabschnitten dieses Artikels gegeben. Nachfolgend werden diese Antworten noch einmal zusammengefasst.

Forschungsfrage F1 befasst sich damit, in wie weit in der ersten Phase die Kreativitätstechniken eingesetzt werden und ob es Auswirkungen auf die *empfundene Kreativität* der damit kreierte Ideen gibt. Die Umfrage in der Eigenevaluation hat ergeben, dass drei von vier Gruppen mehrere Kreativitätstechniken ausprobiert haben. Wie bereits in Abschnitt 7.2 ausgeführt, scheinen die Teilnehmenden ihre eigenen Ideen etwas positiver zu sehen als fremde Ideen. Nichtsdestotrotz lässt sich festhalten, dass die Kreativität sehr positiv bewertet wurde und somit die Kreativitätstechniken zu einem breiter gestreuten kreativen Output geführt haben. Des Weiteren sollte erwähnt werden, dass die entstandenen Ideen eine deutlich höhere Originalität hatten, als es von der Lehrkraft erwartet wurde.

Hinsichtlich der Forschungsfrage F2 (Umsetzung des agilen Konzeptes) kann ein sehr positives Fazit gezogen werden. Die eigenständige Arbeit in allen Phasen war ausgesprochen hoch. Die Prototypen und insbesondere die Auswahl der Technik wurden von allen Gruppen eigenständig mit minimalem Feedback der Lehrkraft erstellt. Keine Gruppe verpasste eine Deadline und alle Ansprüche an Ideen und ihre Darstellung in Präsentationen und Ausarbeitungen wurden vollumfänglich von allen Gruppen erfüllt.

Forschungsfrage F3 geht darauf ein, welche Prototypingmethoden genutzt werden und ob die Kreativität der daraus resultierenden Projektideen hoch empfunden wird. Die verschiedenen Prototypingtechniken wurden von allen Gruppen genutzt und erfolgreich umgesetzt. In der Low-Fidelity Phase entschieden sich vielen Gruppen für eine Customer Journey (oder eine daran angelehnte Methode). Dies ist darauf zurückzuführen, dass diese Technik sehr einfach umsetzbar ist und ein Resultat erzeugt, was leicht den Mehrwert einer Idee demonstriert. Einige Gruppen entschieden sich für Methoden, die aufwändiger sind, wie komplexe Papier-Prototypen oder das Erstellen von virtuellen Umgebungen. In der High-Fidelity Phase waren die Prototypen sehr divers und hochwertig. Von fast allen Gruppen wurde ein hoher Aufwand betrieben, um die Projektidee bestmöglich darzustellen. Aus den Ergebnissen der Abschnitte 7.3 bis 7.5 kann geschlossen werden, dass 1) die unterschiedlichen Prototypen gut umgesetzt wurden und die Kernideen der Projekte entsprechend demonstriert haben, 2) ein Reifegrad der Projektideen erreicht wurde, der ohne Prototyping sicherlich nicht gegeben wäre und 3) die Kreativität der Ideen überdurchschnittlich gut bewertet wurde.

Forschungsfrage F4 bezieht sich darauf, wie die Studierenden den Fokus auf Kreativität und Prototyping empfunden haben. Abschnitt 7.6 zeigt, dass die anonyme Rückmeldung in der studentischen Vorlesungskritik wie auch in den anonymen Eigenevaluationen ä-

ßerst positiv war. Insbesondere beim Abschlusstermin wurde auch von den externen Anwesenden zurückgespiegelt, dass sie beeindruckt waren, wie viel Arbeit die Teilnehmenden in ihre Prototypen gesteckt hatten.

#### 8.4 Zusammenfassung und Fazit

In dem vorgestellten Seminar wurde versucht, die Kreativität von Studierenden mit Hilfe der Prototypingmethoden zu steigern. Dazu wurde ein entsprechendes Konzept entwickelt, welches Aspekte des agilen Softwareentwurfes mit dem des Prototypenbaus kombiniert. Die entsprechende Durchführung und Evaluation des Seminarkonzepts haben nicht nur ergeben, dass die Teilnehmenden sehr zufrieden mit dem Ablauf und den eigenen Ergebnissen waren, sondern dass auch aus externer Perspektive die Resultate gut bis sehr gut waren.

Es sollte betont werden, dass die Evaluierung aufgrund der geringen Teilnehmerzahl keinesfalls repräsentativ ist und dass es sehr erkenntnisbringend wäre, das Konzept mit einer großen Teilnehmergruppe inklusive Kontrollgruppen zu eruieren.

Nichtdestotrotz ist das entwickelte Lehrkonzept übertragbar und vielseitig einsetzbar. Das entwickelte Gesamtkonzept des Proseminars inklusive der eingesetzten Prototyping-Methoden kann beliebig auf andere Thematiken angewandt werden, bei denen Teilnehmende kreativ werden sollen. Innerhalb der Informatik bieten sich industriennahe Themen an, aber auch klassische Fragestellungen der Informatiklehre könnten genutzt werden (z. B. IT-Security Aspekte von Software). Neben der Übertragbarkeit des Gesamtkonstrukts lassen sich vor allem auch einzelne Aspekte (Agile Projektstruktur, Nutzung spezieller Prototyping-Methoden) in andere Veranstaltungsformate (auch außerhalb der Informatik) übertragen. Insbesondere Prototyping könnte zukünftig auch in klassischen Vorlesungsformaten genutzt werden. Zum Beispiel können parallel zum Vorlesungsinhalt entsprechende Prototypen unterschiedlichen Detailgrades in Heimübungen entwickelt werden.

#### Literatur

- Balchin, T. (2005). *Assessing Students' Creativity: Lessons from research*. Heslington, UK: Higher Education Academy. Verfügbar unter <https://pdfs.semanticscholar.org/275e/6015ede60381c8a8592fa4a927787f4abd5c.pdf> (letzter Abruf am 25.02.2019)
- Beck, K. et al. (2001). *Manifesto for agile software development*. Verfügbar unter <http://www.agilemanifesto.org/> (letzter Abruf am 25.02.2019)
- Boos, E. (2007). *Das große Buch der Kreativitätstechniken: Fantasie fördern, Ideen strukturieren, Geistesblitze umsetzen, Lösungen finden; kreative Intelligenz trainieren*. München: Compact-Verlag.
- Brooks, F. P. (1974). The mythical man-month. *Datamation*, 20(12), 44–52.
- Candy, L. (2013). *Evaluating creativity*. In J. M. Carroll (Hrsg.), *Creativity and Rationale* (S. 57–84). Springer, London.

- Catani, M. B. & Biers, D. W. (1998). Usability evaluation and prototype fidelity: Users and usability professionals. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 42(19), 1331–1335.
- Cohen, D., Lindvall, M. & Costa, P. (2004). An introduction to agile methods. *Advances in computers*, 62(3), 1–66.
- Cowan, J. (2006). How should I assess creativity? In N. Jackson, M. Oliver, M. Shaw & J. Wisdom (Hrsg.), *Developing creativity in higher education* (S. 156–173). London: Routledge.
- Cropley, D. H. & Cropley, A. J. (2000). Fostering creativity in engineering undergraduates. *High ability studies*, 11(2), 207–219.
- Cropley, D. H. & Cropley, A. J. (2005). Engineering creativity: A systems concept of functional creativity. In J. C. Kaufman & J. Baer (Hrsg.), *Creativity across domains: Faces of the muse* (S. 169–185). London: Routledge.
- Cropley, D. H. & Cropley, A. J. (2010). Recognizing and fostering creativity in technological design education. In M. J. de Vries (Hrsg.), *International Journal of Technology and Design Education*, 20(3), 345–358.
- Dietrich, A. (2018). Types of creativity. *Psychonomic Bulletin & Review*, 25, 1–12.
- Elton, L. (2005). *Designing assessment for creativity: An imaginative curriculum guide*. York: Higher Education Academy.
- Haertel, T. & Terkowsky, C. (2013). Kreativität in der Hochschullehre. *Journal Hochschuldidaktik*, 24(1–2), 28–30.
- Institut für Informatik (2017). *Modulhandbuch Bachelor Informatik*. Fakultät für Elektrotechnik, Informatik und Mathematik, Universität Paderborn.
- Jackson, N. (2005). *Assessing students' creativity: Synthesis of higher education teacher views*. Heslington, UK: Higher Education Academy. Verfügbar unter <http://norman-jackson.pbworks.com/f/Assessing+Creativity+Synthesis+of+Teachers%5C%27+Views.rtf> (letzter Abruf am 25.02.2019)
- Jahnke, I. & Haertel, T. (2011). Wie kommt die Kreativitätsförderung in die Hochschullehre? *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 6(3), 238–245.
- Kaltsounis, B. & Honeywell, L. (1980). Additional instruments useful in studying creative behavior and creative talent: Part IV, noncommercially available instruments. *The Journal of Creative Behavior*, 14(1), 56–67.
- Krempel, S. (2017). *Studie: Informatik & Co. gelten bei jungen Frauen als zu wenig kreativ*. Verfügbar unter <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Studie-Informatik-Co-gelten-bei-jungen-Frauen-als-zu-wenig-kreativ-3906982.html> (letzter Abruf am 25.02.2019).
- Kulkarni, C., Dow, S. P. & Klemmer, S. R. (2014). Early and repeated exposure to examples improves creative work. In L. Leifer, H. Plattner & C. Meinel (Hrsg.), *Design thinking research* (S. 49–62). Cham: Springer.
- Lee, J. H., Gu, N., Jupp, J., & Sherratt, S. (2014). Evaluating creativity in parametric design processes and products: a pilot study. In J. Gero (Hrsg.), *Design Computing and Cognition'12* (S. 165–183). Springer, Dordrecht.
- Maher, M. L. (2010). Evaluating creativity in humans, computers, and collectively intelligent systems. In B. Christensen, T. Kristensen & S. Boztepe (Hrsg.), *Proceedings of the 1st*



- DESIRE Network Conference on Creativity and Innovation in Design (S. 22–28). Mumbai: Desire Network.
- Maher, M. L. (2011). Design creativity research: From the individual to the crowd. In T. Taura & Y. Nagai (Hrsg.), *Design Creativity 2010* (S. 41–47). London: Springer.
- Mueller, J. S., Melwani, S. & Goncalo, J. A. (2012). The bias against creativity: Why people desire but reject creative ideas. *Psychological Science*, 23(1), 13–17.
- Murdock, M. C. & Puccio, G. J. (1993). A contextual organizer for conducting creativity research. In S. C. Isaksen, M. C. Murdock, R. L. Firestien & D. J. Treffinger (Hrsg.), *Understanding and recognizing creativity: The emergence of a discipline* (S. 249–280). New York: Ablex Pub. Corp.
- Nickerson, R. S. (1998). Confirmation bias: A ubiquitous phenomenon in many guises. *Review of General Psychology*, 2(2), 175–220.
- Plattner, H., Meinel, C. & Weinberg, U. (2009). *Design thinking*. Landsberg am Lech: Mi-Fachverlag.
- Pniewska, J., Adrian, W. T. & Czerwoniec, A. (2013). *Prototyping: Is it a more creative way for shaping ideas*. In K. Marasek & M. Sikorski (Hrsg.), *Proceedings of the International Conference on Multimedia, Interaction, Design and Innovation* (S. 18). Warschau: ACM.
- Rowe, P. G. (1991). *Design thinking*. Cambridge: MIT press.
- Rudd, J., Stern, K. & Isensee, S. (1996). Low vs. high-fidelity prototyping debate. *Interactions*, 3(1), 76–85.
- Torrance, E. P. & Goff, K. (1990). *Fostering academic creativity in gifted students*. Reston: ERIC Clearinghouse.
- Van Der Velde, F., Wolf, R. A., Schmettow, M. & Nazareth, D. S. (2015). A Semantic Map for Evaluating Creativity. In H. Toivonen, S. Colton, M. Cook & D. Ventura (Hrsg.), *Proceedings of the Sixth International Conference on Computational Creativity ICC3 2015* (S. 94–101). Provo: Brigham Young University.
- Walters, P. & Davies, K. (2010). 3D printing for artists: Research and creative practice. *Rapport: Journal of the Norwegian Print Association*, 1, 12–15.

## Autor

Dr. Strothmann, Thim. Universität Paderborn, Institut für Informatik, Paderborn, Deutschland; Email: [thim.strothmann@uni-paderborn.de](mailto:thim.strothmann@uni-paderborn.de)



**Zitiervorschlag:** Strothmann, T. (2019). Förderung von Kreativität in studentischen Kleingruppenprojekten in der Informatik – Ein Prototyping-basierter Ansatz. *die hochschullehre*, 5, 223-247. Online verfügbar unter: [www.hochschullehre.org](http://www.hochschullehre.org)