



UNIVERSITÄT
KOBLENZ · LANDAU

Fachbereich 4: Informatik

Konzeption und Prototypisierung eines Einführungskurses in die CV mit Schwerpunkt Unity

Masterarbeit

zur Erlangung des Grades Master of Science (M.Sc.)
im Studiengang Computervisualistik

vorgelegt von
Cynthia Engel

Erstgutachter: Prof. Dr.-Ing. Stefan Müller
(Institut für Computervisualistik, AG Computergrafik)

Zweitgutachter: Bastian Krayer, M.Sc.
(Institut für Computervisualistik, AG Computergrafik)

Koblenz, im Februar 2018

Erklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Ja Nein

Mit der Einstellung der Arbeit in die Bibliothek bin ich einverstanden.

.....
(Ort, Datum)

.....
(Unterschrift)

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation	1
1.2	Zielsetzung	2
1.3	Aufbau der Arbeit	2
2	Didaktische Grundlagen	3
2.1	Verwendete Methode	4
2.2	Anforderungen an den Kursinhalt	4
2.3	Anforderungen an den Lehrenden	6
2.4	Fazit	7
3	Technische Grundlagen	8
3.1	Game Engines	8
3.2	Unity	8
3.2.1	Benutzeroberfläche	10
3.2.2	GameObject	11
3.2.3	Assets	13
3.2.4	Einstieg in Unity	13
4	Entwicklung des Einführungskurses	15
4.1	Konzeption	15
4.1.1	Anforderungen an den Inhalt	15
4.1.2	Anforderungen an die Gestaltung	16
4.1.3	Anforderungen an Unity	16
4.2	Prototypisierung	17
4.2.1	Lerneinheit I	18
4.2.1.1	Spielprinzip	18
4.2.1.2	Lerninhalte	20
4.2.1.3	Prototypisches Lehrvideo	20
4.2.2	Lerneinheit II	21
4.2.2.1	Szenenaufbau	21
4.2.2.2	Lerninhalte	23
4.2.2.3	Prototypisches Lehrvideo	24
5	Evaluation	26
5.1	Lerneinheit I	26
5.1.1	Aufbau des Fragebogens	27
5.1.2	Auswertung	28
5.1.2.1	Erster Teil	28
5.1.2.2	Zweiter Teil	29
5.1.2.3	Dritter Teil	30
5.1.2.4	Vierter Teil	36

5.1.2.5	Fünfter Teil	38
5.1.3	Fazit zu Lerneinheit I	40
5.2	Lerneinheit II	42
5.2.1	Aufbau des Fragebogens	42
5.2.2	Auswertung	43
5.2.2.1	Erster Teil	43
5.2.2.2	Zweiter Teil	44
5.2.2.3	Dritter Teil	50
5.2.2.4	Vierter Teil	51
5.2.2.5	Fünfter Teil	53
5.2.3	Fazit zu Lerneinheit II	56
6	Fachlicher Diskurs	58
6.1	Auswertung	59
7	Fazit	62
7.1	Ausblick	63

Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Masterarbeit ist es, einen Einführungskurs in die Computervisualistik mit dem Schwerpunkt Computergrafik zu konzeptionieren und zu prototypisieren. Der Kurs sollte Grundlagen der Computergrafik vermitteln und dabei Bezüge zu anderen Veranstaltungen des Studiums herstellen, um Motivation und Verständnis für die komplexen Zusammenhänge der Studieninhalte in der Computervisualistik zu schaffen. Der aktuelle Studiengangplan weist hier bislang ein erkennbares Defizit auf.

Für den Einführungskurs wurden prototypische Lerneinheiten auf Grundlage der didaktischen Methode der Moderation und unter Verwendung von *Unity* entwickelt. Konzept und Prototypen wurden an Probanden ohne informationstechnischen Hintergrund evaluiert. Die Ergebnisse zeigten, dass *Unity* eine geeignete Oberfläche für die Vermittlung der Informationen bietet. Diese stieß auf Akzeptanz und konnte leichte Zugänglichkeit bei den Probanden aufweisen, obwohl die Lerneinheiten selbst kleinere Schwächen aufwiesen. Im Anschluss an die erste Evaluationsphase wurde eine qualitative Umfrage mit Alumni der Computervisualistik durchgeführt. Die Ergebnisse bestätigten den Bedarf nach einer einführenden Veranstaltung zur Orientierung und zur Förderung von Motivation und Verständnis für die breiten Themengebiete der Computervisualistik.

Abstract

The aim of this thesis was to develop a concept and a prototype for an introductory course to computational visualization focusing on the topic of computer graphics. The course shall convey the basics of computer graphics while pointing out connections to other courses. Through this it shall provide the students with motivation and an understanding of the complex correlations between the different contents of computational visualization. The current curriculum shows an obvious deficit in this regard.

For the introductory course prototypical learning units were developed based on the didactic method of moderation and with the help of *Unity*. Concept and prototype were evaluated by the use of test persons that had no background in computer science. The results showed that *Unity* provides a suitable interface to convey the information. The contents were met with great acceptance by the test persons and showed easy accessibility despite minor weaknesses within the learning units. Following the first phase of evaluation a qualitative survey was conducted amongst alumni of computational visualization. The results confirmed the need for an introductory course to provide orientation and to increase motivation and the understanding for the wide variety of topics within the computational visualization.

1 Einleitung

Die Computervisualistik (Abkürzung *CV*) ist ein Informatikstudiengang mit den Schwerpunkten Computergrafik, Bildverarbeitung und der Mensch-Maschine-Interaktion. Im Aufbauplan des Bachelors Computervisualistik¹ findet sich in den ersten drei (beziehungsweise vier²) Semestern kaum eine Veranstaltung, die darauf ausgelegt ist, den Studierenden gezielt diese Schwerpunkte näher zu bringen. Die ersten Semester bestehen primär aus theoretischen Veranstaltungen, wie Mathematik und Rechnerarchitektur, sowie einem praktischen Anteil zum Erwerb grundlegender Programmierkenntnisse. Problematisch hierbei ist, dass die Zusammenhänge beispielsweise zwischen der Mathematik und den späteren Schwerpunktfächern der CV den Studierenden oft nicht ersichtlich oder bewusst werden. Mangels anschaulicher Anwendungsbeispiele fehlt es somit häufig an Verständnis für den Nutzen der theoretischen Inhalte und die intrinsische Motivation bleibt schnell auf der Strecke.

Dieses Defizit des Studiengangs soll in den nächsten Semestern ausgeglichen werden, sodass eine intensive Auseinandersetzung mit den verschiedenen Möglichkeiten zur Einführung in die Schwerpunktthemen nötig wird.

1.1 Motivation

Das Studium der Computervisualistik wird ab dem Wintersemester 2018 umstrukturiert, sodass die Studierenden schon in den ersten Semestern mit den Schwerpunkten der Computervisualistik in Berührung kommen. Hierzu soll eine neue Veranstaltung mit dem Titel „Einführung in die Computervisualistik“ geschaffen werden. Diese Veranstaltung wird sich über zwei Semester strecken, in denen je eine 6 ECTS-Punkte Veranstaltung angeboten wird. Diese beiden Veranstaltungen werden in jeweils zwei Themenblöcke unterteilt. Jeder der vier Blöcke wird einem Schwerpunkt der Computervisualistik zugeordnet. Zu den Schwerpunkten zählen die Computergrafik, Bildverarbeitung, Mensch-Maschine-Interaktion und medizinische Anwendungen. Ein solcher Block besteht aus voraussichtlich sechs Lerneinheiten zu dem jeweiligen Themenschwerpunkt. Es sollen die ersten Grundlagen zu den einzelnen Themen und ihre Bezüge zu anderen Wissensbereichen und Veranstaltungen, aber auch die Motivation für das Studium vermittelt werden. Ein solcher Kurs soll dazu beitragen, bei den Studierenden in der Anfangsphase des Studiums ein Verständnis für die Computervisualistik und eine Vorstellung ihrer Anwendungsbereiche zu schaffen. Insbesondere soll damit die Zahl der Studienabbrüche in den ersten Semestern reduziert werden, bei denen Studierende der theoretische Teil oder der klassische Informatikanteil zu umfangreich erscheint.

¹https://www.uni-koblenz-landau.de/de/koblenz/fb4/bewerber-und-studieninteressierte/studiengaenge/computervisualistik/bachelor/aufbau/aufbau_curriculum

²Drei Semester, wenn das Studium im Wintersemester beginnt und vier bei Beginn im Sommersemester.

1.2 Zielsetzung

Das Ziel dieser Arbeit ist die Konzeption und prototypische Umsetzung eines Einführungskurses in die Computervisualistik mit dem Schwerpunkt Computergrafik. In dieser Arbeit sollen folglich nur die sechs Lerneinheiten für den Themenblock der Computergrafik behandelt werden. Angedacht ist ein fortlaufender Kurs, aufbauend auf *Unity*, der mehrere Ziele erfüllen soll. Dazu gehört die Vermittlung von ersten Grundlagen der Computergrafik und ihr Zusammenhang mit anderen Veranstaltungen sowie die Motivation der Studierenden für das Studium im Allgemeinen. Das Konzept soll auf didaktischen Grundlagen aufgebaut werden.

1.3 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit ist so strukturiert, dass zuerst die didaktischen und technischen Grundlagen, die für die Konzeptionierung und Prototypisierung benötigt werden, erörtert werden. Dabei handelt es sich speziell um die verwendete, didaktische Methode sowie die Anforderungen an den Kursinhalt und die ausführende Lehrperson. In den technischen Grundlagen wird zunächst der Grundbegriff der *Game Engine* geklärt und anschließend im Detail auf *Unity* eingegangen. Nach den Grundlagen wird ein Einführungskurs anhand von zwei Lerneinheiten konzeptioniert und prototypisch umgesetzt. Auf Basis dieser Prototypen folgt eine Evaluation des Konzepts und der prototypischen Umsetzung. Die Lerneinheiten werden zunächst unabhängig und aufeinanderfolgend evaluiert. Die Ergebnisse werden daraufhin miteinander in Vergleich gebracht. Danach erfolgt eine dritte Evaluation mittels eines fachlichen Diskurses, um festzustellen, inwiefern die Anforderungen an das Konzept erfüllt wurden und welche konzeptuellen Änderungen noch empfehlenswert sind. Abschließend erfolgt ein Fazit mit einem Ausblick.

2 Didaktische Grundlagen

Der Einführungskurs soll einen möglichst einfachen Zugang zu den komplexen Themen der Computervisualistik ermöglichen und zugleich so anspruchsvoll gestaltet sein, dass auch Studierende mit gewissen Vorkenntnissen nicht gelangweilt werden und neue Inhalte lernen. Um dieses Ziel zu erreichen wird sich zunächst mit den didaktischen Voraussetzungen an den Kurs auseinander gesetzt, bevor ein entsprechendes Konzept erarbeitet wird. Da der Kurs für Studierende im ersten beziehungsweise zweiten Semesters gehalten werden soll, ist er dem Bereich der Erwachsenenpädagogik zugeordnet. Diese ist als „Wissenschaft der Erwachsenenbildung eine Teildisziplin der Erziehungswissenschaften“³. Als Aufgabe sieht die Erwachsenenpädagogik die Erarbeitung einer Theorie des Lehrens und Lernens in der zweiten Bildungsphase [Neu95].

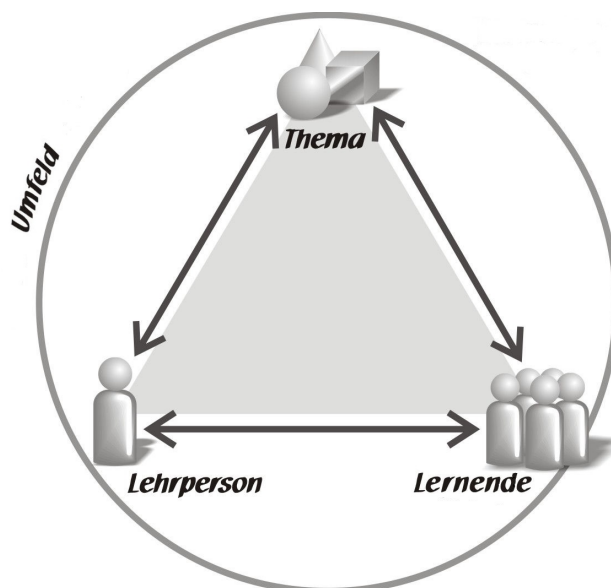


Abbildung 1: Das didaktische Dreieck [dre]

Um einen grundlegenden didaktischen Standard zu erreichen, dürfen Informationen den Lernenden nicht nur in der Erwartung zur Verfügung gestellt werden, dass sie sich das Wissen in eigenständiger Arbeit aneignen. Vielmehr muss der Lehrende den Lernprozess für die Lernenden mitgestalten. Ein Erklärungsmodell hierfür ist das sogenannte didaktische Dreieck (siehe Abbildung 1) [Did]. Hier werden die Beziehungen zwischen Thema, Lehrperson und Lernenden sichtbar. Die „Lernenden“ repräsentieren in dem Modell die Zielgruppe, an die der Lehrende das Wissen vermitteln soll. Damit einher geht die Frage, welche Zielgruppe angesprochen werden soll und wie diesen Personen das Wissen am effizientesten vermittelt werden kann. Mit dem „Thema“ ist der Inhalt der Veranstaltung gemeint.

³[Neu95]

Das dritte Element des Dreiecks ist die Lehrperson, welche die Lehr- und Lernprozess bestimmt und plant. Außerdem spielt auch immer das Umfeld eine Rolle. So kann beispielsweise bei einem hohen Lautstärkepegel davon ausgegangen werden, dass die Lernenden in ihrer Konzentrations- und Aufnahmefähigkeit eingeschränkt sind.

In den folgenden Abschnitten wird zunächst eine Methode vorgestellt, mit der der Einführungskurs umgesetzt werden könnte. Ausgehend davon werden anschließend passende Anforderungen an die Lehrperson, den Kursinhalt und die Umsetzung dieses Inhalts gestellt.

2.1 Verwendete Methode

Die gewählte Grundlage für die didaktische Aufbereitung des Einführungskurses bietet die Lehrmethode der „Moderation“. Diese zielt darauf ab, eine Lerneinheit zu konzipieren, die sich an eine Gruppe von Personen richtet und von einem Moderator angeleitet wird. Die Methode dient üblicherweise nur als Grundidee und bietet verschiedene Lehr- und Interaktionskonzepte. Die konkrete Umsetzung muss immer an die Zielgruppe angepasst werden. So bleibt im Kontext eines moderierenden Lehransatzes stets viel Freiheit in der praktischen Anwendung. Oftmals wird die Moderation mit Gruppenarbeit und der Einbindung von farbigen Karten, Flip-Charts und anderen visuellen Hilfsmitteln in Verbindung gebracht. Dennoch bietet die Methode auch Möglichkeiten für Einzelarbeit und Präsentationen. Im Allgemeinen ist Moderation eine interaktive Lehrmethode, welche die Kreativität der teilnehmenden Personen fördern soll, um diesen den präsentierten Inhalt zugänglich zu machen. Ein Markenzeichen der Moderation ist die visuelle Unterstützung des Lernprozesses. Es wird versucht eine dynamische Beteiligung an der Lehre zu erreichen. Insgesamt bietet die Moderation eine gute Grundlage, um zu verdeutlichen, welchen didaktischen Werten besondere Beachtung geschenkt werden sollte. Im Einführungskurs soll besonders darauf geachtet werden, mit allen Mitgliedern der Gruppe einen gemeinsamen Lehrprozess zu entwickeln, um alle Lernenden nach besten Möglichkeiten abzuholen und zu vermeiden, dass Einzelne „abgehängt“ werden [Neu95].

2.2 Anforderungen an den Kursinhalt

Nach [Neu95] gibt es einige Aspekte, die bezüglich des Lernens und Arbeitens berücksichtigt werden sollten. So sind für diesen Kurs ein hohes Maß an Eigenverantwortlichkeit des Lernenden und der Spaß beim Erarbeiten und Erlernen besonders wichtige Faktoren, die den Lernerfolg maßgeblich beeinflussen können. Gerade das Thema Spaß und Freude am Lernen sollte nicht unterbewertet werden. Aus Spaß resultiert Motivation. Mit gesteigertem Spaß an den vermittelten Inhalten erhöht sich die Motivation und damit einhergehend die Bereitschaft, in Eigeninitiative dem Stoff zu folgen und ihn weiter zu vertiefen. Außerdem beugt Spaß Lernblockaden vor [Neu95]. Es hat sich herausgestellt, dass eine Beziehung

zwischen Lernen und Spielen existiert. Dieser Sachverhalt ist darauf zurückzuführen, dass der Mensch in seiner Kindheit einen Großteil seiner Zeit mit Spielen verbringt und dabei die Welt kennenlernt und sich Wissen aneignet [Wec12]. Der Einführungskurs soll den Lernenden spielerisch und mit Spaß zeigen, welche Themen die Computergrafik beinhaltet und wie diese mit den anderen Vorlesungen aus den ersten Semestern verknüpft sind. Dennoch sollen die während den Lerneinheiten erstellten Inhalte ein gewisses Maß an Anspruch aufweisen.

Trotz der spielerischen Herangehensweise steht der eigentliche Wissenserwerb weiterhin im Mittelpunkt der Betrachtung. Im Folgenden wird daher zunächst der Begriff des „Lernens“ selbst näher betrachtet und definiert. Lernen bedeutet, dass der Lernende Wissen aufnehmen und dieses aktiv verarbeiten muss [Neu95]. Das bedeutet, dass der Lernende die Informationen im ersten Schritt bewusst fixieren und im zweiten Schritt dauerhaft im Gedächtnis speichern muss. Oftmals geschieht dieses Aufnehmen, wenn mit den Informationen assoziative Einbettungs- und Verknüpfungsprozesse gekoppelt werden. Deren Grundlage müssen aktive Rekonstruktions-, Wiedergabe-, Anwendungs- und Umsetzungsprozesse sein [Leh92]. Lernen ist ein individueller Vorgang. Es gibt unterschiedliche Modelle für verschiedene Lerntypen. Frederic Vester stellt in [Ves75] die folgenden vier, auf den menschlichen Sinnen basierenden, Lerntypen dar:

- der abstrakte/verbale Typ (hören)
- der visuell/optische Typ (sehen)
- der haptische Typ (anfassen, fühlen)
- der auditive Typ (hören und sprechen)

Dazu muss erwähnt werden, dass nicht jeder Mensch nur ausschließlich abstrakt oder ausschließlich visuell lernt. Vielmehr tragen alle menschlichen Sinne zum Lernprozess bei [Neu95]. Zu diesem Thema wurde bereits ausgiebige Forschung betrieben, woraus sich ein didaktischer Grundsatz als zutreffend erwiesen hat. Dieser besagt nach [Neu95], dass

- 20 Prozent durch Hören,
- 30 Prozent durch Sehen,
- 50 Prozent durch Hören und Sehen,
- und 90 Prozent des Inhalts durch Hören, Sehen und eigenes Erarbeiten behalten wird.

Durch optische Ansprache werden Konzentration und Aufmerksamkeit gesteigert. Schwierige Sachverhalte sind durch Visualisierung besser zu vermitteln. Auch können durch die bewusste Wahrnehmung des Inhalts einfacher Assoziationen gebildet werden. Durch eine gute Visualisierung können Informationsgefälle ausgeglichen und die Aufmerksamkeit der Lernenden gezielt fokussiert werden.

Aufgrund der oben genannten Punkte ist es sehr wichtig, dass der Einführungskurs nicht aus einer reinen Vorlesung besteht bei der die Studierenden nur zuhören. Es ist ratsam mindestens eine Übung anzubieten, in der die Studierenden das Gelernte selbst reproduzieren müssen und sich die Informationen dadurch besser im Gedächtnis festigen. Somit ist die visuelle Aufbereitung der Inhalte verstärkt in den Mittelpunkt zu rücken, damit die Informationen besser aufgenommen werden können. Dass in *Unity* die Computergrafik-Themen visualisiert werden sollen, bietet somit unmittelbar eine gute Grundlage für die Lerneinheit. Ein visueller Vortrag ist eine wirksame Methode, damit die Lernenden die Inhalte effizient behalten. Eine Auswertung nach [Neu95] bestätigt, dass der visuelle Vortrag zu den am besten wirkenden Schulungstechniken gehört⁴.

Bei moderierten Veranstaltungen wird empfohlen nach 20 Minuten eine Lernunterbrechung zur Reflexion zu machen. Dabei soll das Wissen auch gefestigt werden, indem der Lernende den Sinngehalt für sich selbst überprüft und eine Einordnung in sein vorhandenes Wissen stattfindet. Dadurch, dass den Lernenden diese Zeit gegeben wird, können sie eher feststellen, ob es noch offene Fragen gibt und diese direkt an den Vortragenden stellen. Die Reflexion ist eine nicht zu vernachlässigende Phase, da sie zur Speicherung des Erlernten im Langzeitgedächtnis beiträgt. Oftmals hilft bei der Reflexion ein Lernpartner oder Gruppenarbeit, da sich die Personen die Inhalte gegenseitig erklären und auf diese Weise direkt reproduzieren können. Eine besonders förderliche Herangehensweise könnte sein, die Inhalte von den Lernenden selbst erneut visualisieren zu lassen, indem sie beispielsweise die Zusammenhänge in eine Mind-Map eintragen [Neu95]. Für den Einführungskurs lässt sich hieraus ableiten, dass, wie oben festgestellt, auf jeden Fall eine Übung von Vorteil ist. Diese sollte am besten eine Gruppenarbeit beinhalten. Auch wäre es von Nutzen, wenn in die Vorlesung kleine Pausen integriert werden, in der die Studierenden das Vorgestellte nachprogrammieren oder auch einfach den Inhalt Revue passieren lassen können. Eine Mind-Map mit den Computergrafik-Themen und deren Zusammenhängen könnte außerdem hilfreich sein, um das Zusammenspiel der Themen zu verstehen.

2.3 Anforderungen an den Lehrenden

Der Lehrende sollte den Lernenden die Sinnhaftigkeit des Lernens erklären. Ein größeres Verständnis für Bedeutung und Nutzen der Thematik und der zu erwerbenden Fähigkeiten steigert die intrinsische Motivation und beugt, ebenso wie der Spaß, Lernstörungen vor. Es empfiehlt sich bei Formulierungen von „Ich“ an Stelle von „Man“ oder „Wir“ zu sprechen, da hierdurch die eigene Meinung des Moderators in den Vordergrund tritt und so den Testpersonen mehr Verantwortung für das Gesagte suggeriert wird. Der Lehrende sollte generell vermeiden, sich in eine Machtposition zu stellen, sondern die Lernenden in ihren Selbstorganisations- und Lernprozessen unterstützen. Die Unterstützung kann beispielsweise durch Wis-

⁴Nach der Exkursion ist der visuelle Vortrag die zweitwirksamste Methode, um Lerninhalte zu behalten [Neu95].

sensfragen erfolgen, da den Lernenden auf diese Weise Denkanstöße geboten werden. Da die Moderation viel von Gruppenarbeiten lebt, sind Aufgaben an die teilnehmenden Personen eine wesentliche Stütze für den Lernprozess. Der Lehrende sollte darauf achten, dass die Übungen passend auf die Probanden zugeschnitten sind. Die Studierenden sollen weder unter- noch überfordert werden. Der Moderator sollte bei der Bearbeitung und Beurteilung der Aufgaben Wert darauf legen, dass Kritik gegenüber den Lernenden keine „Killerphrasen“⁵ enthält, sondern stets konstruktiv ist. „Killerphrasen“ lösen keine Probleme, da sie meist zum Ende einer Diskussion führen [Neu95]. Die genannten Punkte sollten in der Einführungsvorlesung vom Moderator beachtet werden, um den Lernenden eine möglichst gute Grundlage zu bieten, den Inhalt zu erlernen, und ein Gefühl von Unterstützung durch den Lehrenden zu vermitteln. Auch kleinere Aufgaben sind für eine Übung des erlernten Stoffs in der Vorlesung sinnvoll.

2.4 Fazit

In den vorangegangenen Abschnitten wurde eine Reihe von Anforderungen sowohl an die Methodik, an den Inhalt als auch an das unmittelbare Verhalten des Lehrenden gestellt. Diese Punkte können als Leitfaden dienen, um die für den Lernerfolg maßgebliche Lernbereitschaft und die intrinsische Motivation der Lernenden zu steigern. Das Ziel ist, die Lernenden zu motivieren und ihre eigene Lernfähigkeit zu unterstützen, statt ihnen nur eine Fülle von Wissen zu präsentieren, die sie möglicherweise nur teilweise oder gar nicht aufnehmen können. Dieses Ziel soll dazu beitragen, in den Studierenden über den Einführungskurs hinaus Begeisterung für das Studium auszulösen.

⁵Zu Killerphrasen zählen Aussagen wie beispielsweise „Das geht nicht!“ und „Das haben wir noch nie so gemacht!“ [Neu95].

3 Technische Grundlagen

In diesem Kapitel werden die technischen Grundlagen erläutert, die zur Erstellung des Prototypen benötigt werden.

3.1 Game Engines

Eine *Game Engine*⁶ ist ein Framework zum Erstellen von Spielen [gama]. Alle für ein Spiel notwendigen Systeme werden von der *Game Engine* bereitgestellt. Darunter fallen unter anderem Grafik, Audio, Steuerung, Animationen, Physik und Skripting⁷. Teilweise sind auch die Netzwerkunterstützung und das Speichermanagement enthalten [Chi15]. Entwickler benutzen *Game Engines* um Spiele für verschiedene Plattformen (beispielsweise Computer, Smartphones oder Konsolen) zu erstellen.

Es existiert eine ganze Reihe verschiedener *Game Engines*. Zu den beliebtesten gehören die *Unreal Engine 4*, die *CryENGINE* und *Unity*. Alle drei sind mächtige *Game Engines*, welche je verschiedene Schwerpunkte und Stärken aufweisen. Die *Unreal Engine 4* ermöglicht es, photorealistische Grafiken und einfache 2D-Anwendungen zu entwickeln. Auch die *CryEngine* bietet Möglichkeiten zur Gestaltung und Programmierung von Spielen mit hohem graphischem Anspruch. Warum die Entscheidung für diese Ausarbeitung auf *Unity* gefallen ist und warum sie für die Zwecke dieser Arbeit eine gute Grundlage bietet, wird im nächsten Abschnitt beschrieben. Viele *Game Engines* sind für den privaten Gebrauch kostenlos und das Bezahlmodell wird erst relevant, wenn ein Spiel veröffentlicht werden soll [gamb].

3.2 Unity

Nach [unia] ist *Unity*

- eine **Game Engine**, die es erlaubt, die kreierte Spiele unmittelbar innerhalb der eigenen Entwicklungsumgebung auszuführen und zu testen.
- eine **Anwendung**, bei der die sichtbaren Teile des Spiels mit einer grafischen Vorschau zusammengesetzt und Spieleinhalte direkt zur Laufzeit des Spiels verändert werden können.
- ein **Quelltext-Editor**.

Allein die Zusammenfassung eben genannter Aspekte macht *Unity* zu einer guten *Game Engine* zum Einstieg in diese Materie, da nur *Unity* keine weiteren Abhängigkeiten installiert werden müssen.

Die Oberfläche von *Unity* ist sehr visuell gestaltet. Die Engine legt ihren Fokus auf die Simplifizierung des Spieleentwicklungs Workflows. Das bedeutet, dass

⁶Im Deutschen etwa „Spieleentwicklungsumgebung“

⁷Skripting bezeichnet das Erstellen und Anwenden von Skripten.

ein Spiel modifiziert werden kann, während die eigentliche Szene gerade gebaut wird. Dies geht soweit, dass, während das Spiel als Vorschau im *Game View* (Erklärung siehe Abschnitt 3.2.1 - Unterpunkt *Game View*) aktiv ist, der Entwickler Anpassungen am Spiel vornehmen kann und diese direkt in der Vorschau geändert sieht. Durch diese Methode kann die Produktivität des Entwicklers gesteigert werden, da das Identifizieren und Beheben von Fehlern erleichtert und beschleunigt wird. Zugleich wird das Verständnis für die einzelnen Anpassungsmöglichkeiten und deren Auswirkungen gefördert, da letztere als direkte Reaktion der Veränderung wahrgenommen werden können. *Unity* verfügt neben dem visuellen Editor auch über einen Quelltext-Editor, mit dem Objekte auch durch den Einsatz von Skripten manipuliert werden können und nicht nur über die Oberfläche von *Unity*. Als Programmiersprachen unterstützt *Unity JavaScript*, *C#* und *Boo*. Alle Sprachen können zeitgleich in einem Projekt genutzt werden [unib].

Eine weitere Besonderheit, die das Entwickeln für Neueinsteiger vereinfacht, ist, dass Dateien vieler Formate von *Unity* unterstützt werden und nicht vorher in ein gesondertes, nur von *Unity* genutztes, Format umgewandelt werden müssen oder generell nicht von der *Game Engine* angenommen werden [Chi15]. Eine besondere Stärke ist zudem, dass *Unity* eine große Anzahl von Zielplattformen unterstützt. So entsteht die Möglichkeit aus einem einzelnen Spielprojekt Versionen für die verschiedenen unterstützten Plattformen (beispielsweise Microsoft Windows, Linux oder Apple macOS) zu exportieren [Chi15]. Neben Computersystemen können von *Unity* auf diese Weise auch Web-, Smartphone- sowie Konsolenanwendungen entwickelt werden. Ein populäres Beispiel findet sich etwa in Facebook, bei dessen Inhalten unter anderem auch *Unity* Verwendung findet [unic]. Des Weiteren wird *Unity* kontinuierlich optimiert und mit regelmäßigen Updates von den Herstellern versorgt. Die aktive Community von *Unity* [unic] steht dem Benutzer in Foren zur Seite. Außerdem bietet die *Game Engine* eine sehr aktuelle Dokumentation und eine große Zahl von Text- und Videotutorials von Seiten der *Unity*-Hersteller selbst sowie von anderen Nutzern.

Unity wird nicht nur für die Entwicklung von Spielen verwendet [Chi15]. Weltweit nutzen Firmen *Unity*, um Simulationen und Demonstrationen für Produkte herzustellen. Aber auch in der Forschung ist die *Game Engine* zu finden [unib].

Unity bringt eine Reihe von nützlichen Werkzeugen mit, um Spiele und andere 2D- und 3D-Anwendungen zu entwickeln. Auf die Möglichkeit der Modellierung von 3D-Objekten von Grund auf, müssen Anwender in *Unity* verzichten. Zwar bietet *Unity* die Möglichkeit einige grundlegende 3D-Formen als Objekte in Szenen einzufügen, aber ernstzunehmende Modellierungsaufgaben sollten mit speziell dafür entwickelter Drittsoftware durchgeführt werden [SW17].

Als Fazit lässt sich sagen, dass *Unity* für die Erstellung des Prototypen gewählt wurde, da die *Game Engine* viel gestalterische Freiheit bietet und der Lerneffekt durch den visuellen Editor verstärkt werden kann (entsprechend Abschnitt 2.2). Auch die Community und, damit einhergehend, die gut zugänglichen Möglichkeiten zur selbstständigen Weiterbildung im Anschluss an die Vorlesung sind sehr

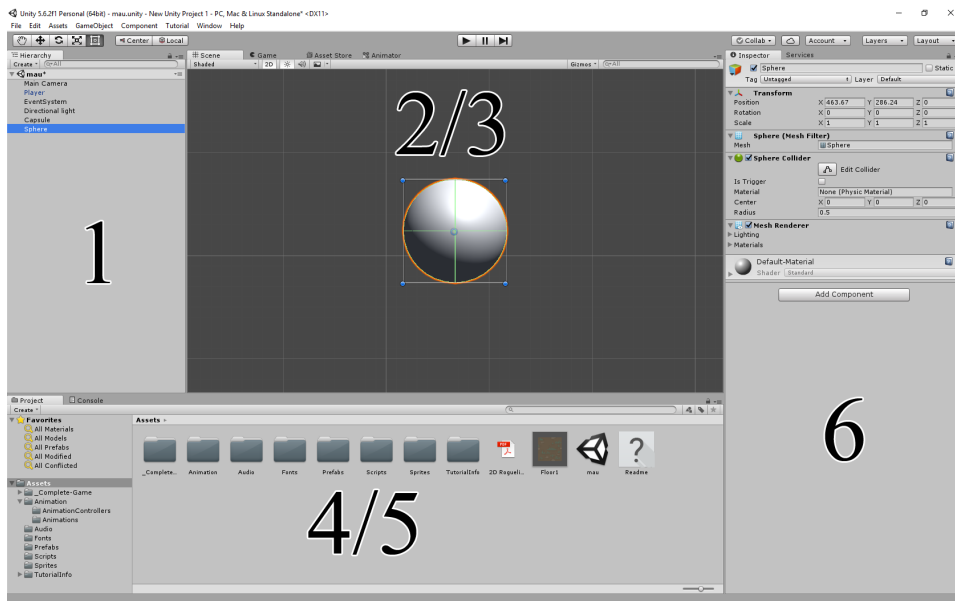


Abbildung 2: Oberfläche von *Unity*

positiv zu bewerten.

Im Folgenden werden die Benutzeroberfläche und die zentralen Entwicklungskonzepte von *Unity* vorgestellt.

3.2.1 Benutzeroberfläche

Als Benutzeroberfläche bietet *Unity* einen grafischen Editor für die *Game Engine*, in dem die *Unity*-Projekte entwickelt werden. Da *Unity* selbst englischsprachig ist, werden im Folgenden die Begrifflichkeiten ebenfalls in englischer Sprache gehalten.

Die sogenannte *Default*⁸-Oberfläche von *Unity* (siehe Abbildung 2) besteht aus mehreren frei anpassbaren Bereichen. Diese können sich innerhalb von *Unity* unterschiedlich anordnen lassen. Auch die Möglichkeit, Bereiche außerhalb des Hauptfensters als frei bewegliche Fenster anzuordnen, besteht. Alle Bereiche haben individuelle Aufgabengebiete, sind aber funktional verbunden und werden kontinuierlich untereinander synchronisiert [SW17].

Die *Default*-Oberfläche ist, abgesehen von der Menüleiste am oberen Rand, in mehrere Bereiche unterteilt. Der jeweilige Titel ist auf einem eigenen Reiter an der oberen linken Ecke des Bereichs vermerkt.

1. **Hierarchy:** Auf der linken Seite befindlich, zeigt dieser Bereich alle Objekte des aktuellen Projekts in deren Hierarchiestruktur an. Die *Main Camera*⁹

⁸Im Deutschen etwa „Standard“.

⁹Mit Hilfe der *Main Camera* betrachtet der Benutzer die Szene.

ist das einzige Objekt, das automatisch in 2D- und 3D-Szenen in der *Hierarchy* gesetzt wird. Bei dreidimensionalem Design kommt zusätzlich noch ein *Directional Light*¹⁰-Objekt hinzu.

2. **Scene View:** Das Zentrum der Oberfläche dient der interaktiven Gestaltung von Szenen und 3D-Welten im aktuellen Projekt. In diesem Bereich findet der wesentliche Teil des Spieldesigns statt, da hier per *Drag and Drop*¹¹ Objekte aus der *Hierarchy* in die Szene hineingezogen und nach eigenen Wünschen positioniert, manipuliert und modifiziert werden können.
3. **Game View:** Dieses Fenster wird in Abbildung 2 von der *Scene View* verdeckt, befindet sich also ebenfalls in der Mitte der Oberfläche. Die *Game View* bietet eine Vorschau auf das fertige Spiel und wird automatisch von *Unity* beim Starten des Spiels in den Vordergrund gerückt.
4. **Project Browser:** Am unteren Rand der Ansicht ist der *Project Browser* zu finden. Darin werden alle digitalen Inhalte des aktuellen Projekts verwaltet und angezeigt. Von hier können Objekte ebenfalls per *Drag and Drop* in die *Scene View* gezogen und angepasst werden.
5. **Console:** Dieser Bereich ist auf der Oberfläche hinter dem *Project View* am unteren Rand positioniert. In der *Console* werden Fehler- und Hinweismeldungen angezeigt.
6. **Inspector:** Auf der rechten Seite befindet sich der sogenannte *Inspector*. Darin sind alle Komponenten des aktuell in der *Hierarchy* selektierten Objekts enthalten. Hier können die Eigenschaften der Komponenten betrachtet und verändert werden.

Die *Game View* und die *Console* dienen ausschließlich der Darstellung von Informationen und Spieleinhalten. In allen anderen Bereichen können zusätzlich Objekte verändert werden [SW17].

3.2.2 GameObject

Der Begriff des *GameObjects*¹² ist ein fundamentales Konzept in *Unity* [Game] und beschreibt im wesentlichen jedes einzelne Objekt in einer Szene. Das kann ein einfaches 3D-Objekt, aber auch eine Lichtquelle, eine Kamera oder spezielle Effekte sein [Gamd]. Ein *GameObject* für sich betrachtet, hat zunächst keine Funktion. Es dient als leerer Container für Komponenten (engl. *Components*). In

¹⁰Bei der Beleuchtung mit einem *Directional Light*-Objekt wird die Szene aus einer bestimmten Richtung beleuchtet. Die Lichtstärke ist in der gesamten Szene gleich. Die Wirkung ist vergleichbar mit dem Licht der Sonne [The17].

¹¹Im Deutschen etwa „Ziehen und Ablegen“

¹²Im Deutschen etwa „Spielobjekt“

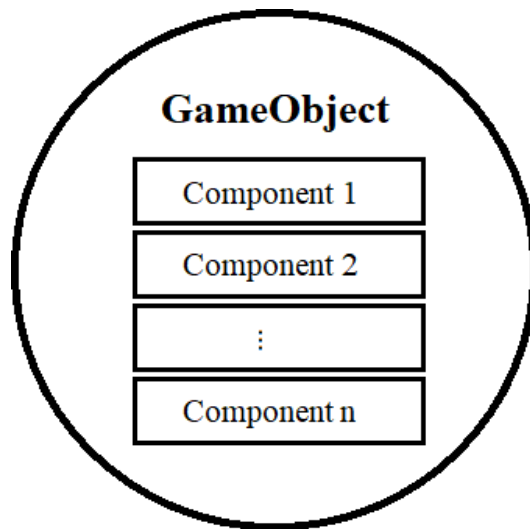


Abbildung 3: Schematische Darstellung des Aufbaus eines *GameObjects* (angelehnt an [SW17])

den Komponenten sind die Eigenschaften und Fähigkeiten des *GameObjects* anhand von veränderbaren Parametern definiert [Chi15]. Damit bestimmen Komponenten das Verhalten der *GameObjects* [SW17]. Jedem Objekt können beliebige Komponenten durch den Editor oder durch ein Skript angehängt werden [Gamc]. Abbildung 3 zeigt eine schematische Darstellung eines *GameObjects*. Ein Beispiel eines typischen *GameObjects* und seiner Komponenten im *Inspector* wird in Abbildung 4 veranschaulicht. Sobald in der *Hierarchy* ein Objekt ausgewählt wird, zeigt der *Inspector* die dazugehörigen Komponenten an (siehe Abbildung 4).

Ein *GameObject* kann verschiedene Funktionalitäten erfüllen. Um beispielsweise eine Lampe zu erstellen, wird eine Lichtkomponente an das *GameObject* angehängt und derart parametrisiert, dass der gewünschte Lichteffect generiert wird [Gamc]. Jedes *GameObject* enthält von Anfang an eine Transformationskomponente¹³, die es erlaubt das Objekt in der Szene zu platzieren und zu verändern. Diese Komponente kann nicht entfernt werden. Verschiedene von *Unity* vorgefertigte *GameObjects* werden mit festgelegten Komponenten bereitgestellt. Ein dreidimensionaler Würfel (engl. *Cube*) liefert beispielsweise immer ein *Mesh Filter*, einen *Mesh Renderer* und einen *Box Collider* als Komponenten mit (siehe Abbildung 4). Die ersten beiden Komponenten definieren die optische Oberfläche des Würfels, während der *Box Collider* die Form des Kollisionsobjekts¹⁴ darstellt. *Unity* stellt neben den genannten noch viele weitere Komponenten und vorgefertigte

¹³Die Transformationskomponente beinhaltet die Positions-, Rotations- und Skalierungswerte des Objekts (siehe Abbildung 4).

¹⁴Das Kollisionsobjekt definiert die Grenzen der einfachen physikalischen Gesetze des Objekts zur Kollisionsbestimmung. Seine Form stimmt häufig mit der sichtbaren Form des *GameObjects* überein [The17].

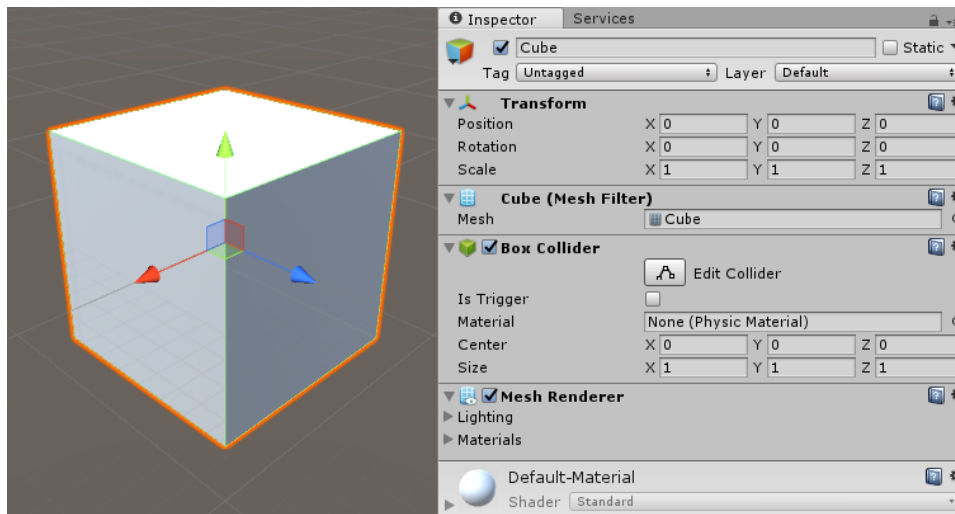


Abbildung 4: *GameObject* mit den dazugehörigen *Components*

GameObjects bereit, die einen leichten Einstieg in grundlegende Spielentwicklung ermöglichen.

3.2.3 Assets

Assets sind alle digitalen Inhalte, die in einem *Unity*-Projekt verwendet werden. Sie werden im *Project Browser* angezeigt. Der Ordner „Assets“ im *Project Browser* entspricht dem gleichnamigen Ordner gleichen Inhaltes im Projektordner auf dem Computer. *Assets* können beispielsweise Texturen, Audiodateien, Materialien, Skripte oder 3D-Modelle sein [Chi15].

In *Unity* existiert ein über die *Unity*-Oberfläche zugänglicher integrierter Shop, der sogenannte *Asset-Store*. Dieser enthält eine große Anzahl kostenloser und kostenpflichtiger *Assets*. Der Umfang des Shops umfasst kleinere Modelle oder einfache Skripts, aber auch komplexere *Assets*, wie Wettersimulationen oder *Editor Extentions*¹⁵ können hier gefunden werden. Des Weiteren sind im *Asset-Store* auch Templates für Projekte und Anwendungsbeispiele für bestimmte Techniken zu finden [SW17].

3.2.4 Einstieg in Unity

Unity bietet Einsteigern sowie Fortgeschrittenen eine Vielzahl von Möglichkeiten sich mit der *Game Engine* auseinanderzusetzen. Zum Einen findet sich auf der *Unity*-Homepage immer eine ausführliche und auf die aktuellste *Unity* Version angepasste Dokumentation¹⁶, zum Anderen existiert dort auch eine große Anzahl an

¹⁵*Editor Extentions* erweitern die Oberfläche von *Unity* um neue Funktionen [SW17].

¹⁶<https://docs.unity3d.com/Manual/index.html>; 07.02.2018, 23:47

Tutorials und Live-Kursen¹⁷. Die Tutorials liegen teilweise als Videos sowie in Textform vor. Alle von *Unity* bereitgestellten Materialien sind in englischer Sprache. Aber nicht nur *Unity* selbst bietet Lernmaterial für die *Game Engine*. Auf der Videoplattform *YouTube* etwa finden sich einige deutschsprachige Tutorials. Zuletzt kann auch auf eine Reihe deutschsprachiger Bücher zurückgegriffen werden, um Neueinsteigern die Anfänge in *Unity* zu erleichtern.

Die online und in der Literatur verfügbaren Lerneinheiten verfügen jedoch in der Regel nicht über die komprimierte Präsentation der Vielzahl an Themen, die für einen Einführungskurs in die Computervisualistik benötigt werden. Daher soll ein Einführungskurs entwickelt werden, der genau auf die CV zugeschnitten ist und die wichtigsten Themen der Computergrafik in Kürze zusammenfassen kann. Die Konzeptionierung und Prototypisierung einer solchen Lerneinheit wird im folgenden Kapitel „Entwicklung des Einführungskurses“ vorgestellt.

¹⁷<https://unity3d.com/de/learn>; 07.02.2018, 23:47

4 Entwicklung des Einführungskurses

In diesem Abschnitt wird ein Einführungskurs mit Schwerpunkt Computergrafik entwickelt. Dazu wird zuerst eine Konzeption vorgenommen, bei der die Anforderungen an den Kurs aufgelistet werden. Danach werden zwei Lerneinheiten, welche den Einführungskurs abbilden sollen, prototypisch umgesetzt und deren Szenen- und Lerninhalte erläutert.

4.1 Konzeption

In diesem Kapitel werden Anforderungen an das Konzept definiert. Zunächst werden der Kurs und dessen thematische Inhalte behandelt, gefolgt von einer kurzen Betrachtung der Anforderungen an die *Game Engine*.

4.1.1 Anforderungen an den Inhalt

Neben dem Schwerpunkt auf der Computergrafik soll der Einführungskurs die Zusammenhänge der in den ersten Semestern nach Regelstudienplan behandelten Vorlesungen verdeutlichen. Dafür werden Anforderungen an die Themenbereiche des Einführungskurses und danach an die theoretische und praktische Umsetzung gestellt. Inhaltlich soll der Einführungskurs die folgenden Themen behandeln:

- Kamera (zwei- und dreidimensional)
- Beleuchtung
- Einfache Physik
- Texturierung
- Material und dessen Eigenschaften
- Geometrie
- Transformationen
- Koordinatensysteme (Welt-, Kamera- und Objektkoordinatensystem)

Diese sind allerdings nur die wichtigsten Themen. Beispielsweise können Partikeleffekte und Kollision auch in *Unity* abgebildet werden. Ein wesentlicher Faktor bei der Themenauswahl ist das Ziel, einen „roten Faden“ durch alle Themen sowie den gesamten Einführungskurs aufzuzeigen. Von Beginn an soll den Lernenden ein Verständnis dafür vermittelt werden, mit welchem Ziel sie diesen Kurs besuchen und welche Inhalte sie noch in dem folgenden Studium zu erwarten haben. Es soll erreicht werden, dass die Lernenden direkt in den ersten Semestern mit der Computervisualistik in Berührung kommen und möglichst leicht verstehen, zu welchen Zwecken etwa die erlernte Mathematik der ersten Semester Verwendung finden kann.

4.1.2 Anforderungen an die Gestaltung

In seiner Funktion als Einführungsveranstaltung soll der Kurs speziell dazu dienen, Interesse bei den Studierenden zu wecken und einen thematischen Überblick zu verschaffen. Um dieses Ziel zu erreichen, werden die folgenden Anforderungen an die Gestaltung des Einführungskurses gestellt:

- **Kürze:** Es werden nur relevante Informationen angezeigt, um die Studierenden nicht mit zu vielen Informationen zu überlasten.
- **Attraktivität:** Der Kurs soll Begeisterung in den Lernenden wecken und visuell ansprechend gestaltet sein¹⁸.
- **Klarheit:** Der Inhalt einer Information wird schnell und präzise vermittelt.
- **Konsistenz:** Die Darstellung der Informationen ist durchgängig einheitlich.
- **Verständlichkeit:** Die Informationen sind in ihrer Bedeutung eindeutig, klar erkennbar und leicht verständlich.
- **Kreativität:** Nach der Methode der Moderation sollen die Inhalte die Lernenden anregen selbst kreativ zu werden.
- **Lebende Präsentation:** Der Präsentation sollte eine gewisse Dynamik zugrunde liegen. Dies gilt insbesondere für den verbalen Vortrag sowie die Vorführung der Inhalte in *Unity*.

Besonders wichtig ist, bei der Gestaltung ein gutes Mittelmaß zwischen dem Detailgrad der Erklärung und leichter Zugänglichkeit zu finden. Die Veranstaltung soll dazu dienen, Studierenden den Einstieg in das Studium zu erleichtern und einen Überblick zu verschaffen. Ein übermäßig hoher Grad an Detail und Theorie soll somit bewusst zugunsten von leichter Verständlichkeit vermieden werden.

4.1.3 Anforderungen an Unity

Das Konzept der leichten Verständlichkeit und überschaubaren Komplexität soll ebenso auf die Umsetzung in *Unity* übertragen werden. So gilt die klare Anforderung, möglichst wenige vorgefertigte Elemente aus dem *Asset Store* für die beiden Lerneinheiten zu verwenden. Die *Assets* sind komplex und besitzen eine Menge nützlicher und interessanter Fähigkeiten. Das Einfügen und punktuelle Verändern von *Assets* trägt jedoch nicht zum Verständnis ihres komplexen Aufbaus bei. Außerdem vereinfachen sie auch nicht das Verständnis für den programmierten Spielablauf [The17]. Weiter wurden keine konkreten Anforderungen an *Unity* gestellt, da die *Game Engine* bereits aufgrund der im Kapitel 3.2 aufgeführten Eigenschaften als Werkzeug für die Erstellung des Prototypen ausgewählt wurde.

¹⁸Siehe auch Kapitel 2 „Didaktische Grundlagen“ bezüglich des Wertes visueller Darstellung in Lehrmethoden

4.2 Prototypisierung

Die verschiedenen Themengebiete der Computergrafik sollen anhand einer prototypischen Implementation in *Unity* veranschaulicht werden. Es wurde entschieden, zwei verschiedene Einheiten zu erstellen, die nacheinander in dem Einführungskurs mit den Studierenden erarbeitet werden sollen. Zuerst wird für Lerneinheit I ein zweidimensionales Spiel verwendet. Danach wird in Lerneinheit II eine dreidimensionale Szene entwickelt. Dabei wird bei dem 2D-Spiel bereits mit vielen *Unity*-Elementen gearbeitet, die für die Entwicklung im Dreidimensionalen benötigt werden. 2D-Anwendungen finden ausschließlich auf der Bildebene statt. Sie sind somit einfacher zu erfassen und übersichtlicher als eine dreidimensionale Szene, da sich die Studierenden nicht noch zusätzlich zu einer neuen Umgebung auch noch mit Orientierung, Drehung und Perspektive im dreidimensionalen Raum befassen müssen [The17]. Die Aufteilung des Einführungskurses in zwei Lerneinheiten hat noch weitere Vorteile. So bietet der Einstieg in die zweite Lerneinheit auch Studierenden, die möglicherweise im ersten Teil noch nicht vollständig den Abläufen folgen konnten oder gegebenenfalls eine Veranstaltung verpasst haben, einen Zugangspunkt, um neue Motivation zu finden und Lücken aus der ersten Einheit wieder aufzuholen. Beide Lerneinheiten werden von Grund auf neu erstellt, sodass die zweite Einheit nicht zwingend Vorwissen aus der ersten voraussetzt. Inhaltlich sind sie jedoch so verschieden, dass keine Ermüdungserscheinungen durch sich wiederholende Themen zu erwarten sind. Durch die wiederholte Nutzung ähnlicher Komponenten von *Unity* erfolgt zugleich eine Wiederholung der erlernten technischen Grundlagen, sodass ein unmittelbarer Mehrwert für das Einprägen der Inhalte entsteht.

In den folgenden Abschnitten werden die beiden Lerneinheiten mit dem jeweiligen Inhalt, Aufbau und Ablauf vorgestellt. Abschließend wurde für jede Lerneinheit ein prototypisches Lehrvideo angefertigt, das beispielhaft den jeweiligen Anfang der Lerneinheit präsentiert. Die Lehrvideos dienen zunächst der Veranschaulichung des Kurskonzepts und bilden im weiteren Verlauf die Grundlage für die Auswertung. Die Anforderungen an die Gestaltung (siehe Abschnitt 4.1.2) und die Themenbereiche (siehe Abschnitt 4.1.1) wurden aufgegriffen und in die Umsetzung der Lehrvideos miteinbezogen. Die Lehrvideos sind ähnlich wie bei einer Vorlesung ohne direkte Interaktion aufgebaut. Der Betrachter des Videos folgt zunächst nur den vermittelten Inhalten. Um einen ähnlichen Effekt, wie bei einem moderierten, interaktiven Kurs zu erhalten, ist das Vorlesungsvideo in mehrere Sinnesabschnitte unterteilt. Hieraus ergibt sich die Möglichkeit, nach jedem Abschnitt die Inhalte zu reflektieren (siehe Abschnitt 2.2).

4.2.1 Lerneinheit I

Die erste Lerneinheit ist an eine Vorlage aus dem *Asset Store* angelehnt [Hat]. Dieses Spielprinzip sowie die meisten Grafiken wurden übernommen. Allerdings wurden einige *Sprites*¹⁹ in der Lerneinheit angepasst.

4.2.1.1 Spielprinzip

Das Spielprinzip ist relativ simpel gehalten. Sobald das Spiel gestartet wird, erscheint der Startbildschirm der Anwendung (siehe Abbildung 5). Auf diesem sind die wichtigsten Bestandteile des Spiels erkennbar. Direkt im Mittelpunkt ist ein Hut sichtbar, umrahmt von dem Namen des Spiels („Hat Trick“). Darunter befindet sich der Startknopf. Sobald dieser vom Spielenden mit der Maus gedrückt wird, beginnt das Spiel. Im Hintergrund des Startbildschirms ist der eigentliche Hintergrund der Anwendung zu erkennen.



Abbildung 5: Startbildschirm von Lerneinheit I

Sobald der Knopf für den Spielstart gedrückt wird, verschwinden der Knopf und das Titelbild und geben den Blick auf die eigentliche Szene frei (siehe Abbildung 6). Diese besteht aus einem zweigeteilten Hintergrund, einem Grasboden und einem Himmel mit Wolken. Außerdem sind noch drei weitere Elemente erkennbar. Zum einen der Spielercharakter, der durch einen Hut repräsentiert wird. Zum anderen dienen eine Teekanne²⁰ und eine Bombe als Interaktionsobjekte für den Hut. Zufällig fallen Teekannen und Bomben vom Himmel.

Ziel des Spiels ist, so viele Teekannen wie möglich in einer begrenzten Zeit mit dem Hut zu fangen. Der Spieler bewegt hierzu den Hut mithilfe der Maus an

¹⁹Ein Sprite ist ein zweidimensionales *GameObject*. In *Unity* können *Sprites* mit den gleichen Werkzeugen wie 3D-Objekte bearbeitet werden [Chi15].

²⁰Original Teekannen Sprite von [Tea] – verändert

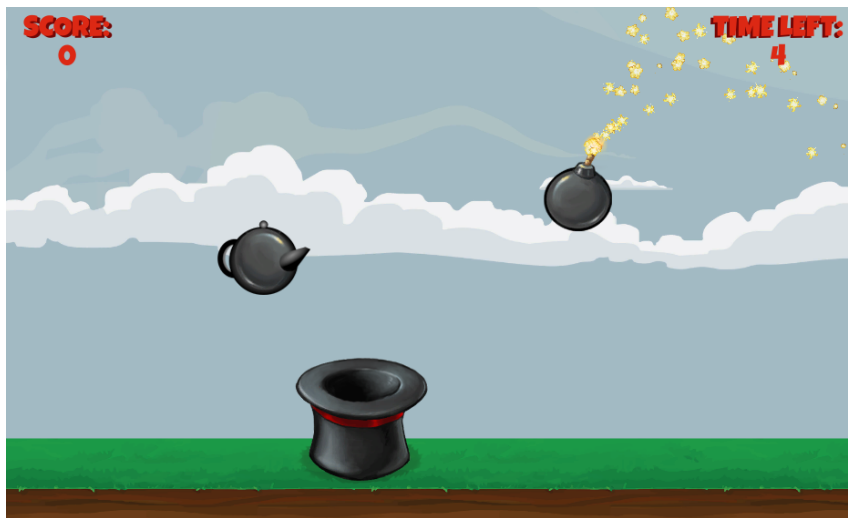


Abbildung 6: Szene aus dem Spiel

die Position, an der die Teekanne vom Himmel fällt. In der linken oberen Ecke befindet sich ein „Score“-Zähler. Dieser erhöht sich, um einen Punkt, wenn der Spieler mit dem Hut eine Teekanne fängt. Die Bomben müssen vermieden werden. Falls eine Bombe fälschlicherweise vom Spieler aufgefangen wird, verringert sich der „Score“ um zwei Punkte. Fängt er eine fallende Teekanne nicht, werden keine Punkte abgezogen. Es können auch negative Punkte erreicht werden. Der Spieler kann in der oberen rechten Ecke erkennen, wie viel Zeit noch bis zum Spielende verbleibt.

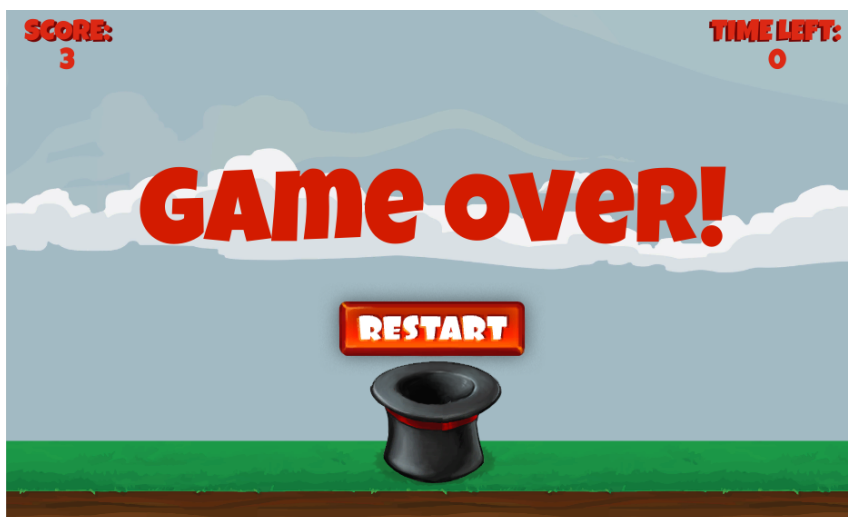


Abbildung 7: Endbildschirm mit Neustart-Knopf

Sobald die Zeit abgelaufen ist, erscheint ein „Game Over“-Bildschirm (siehe Abbildung 7). Diese Schrift überlagert den Spielebildschirm. Darunter ist wie bei dem Startbildschirm ein Knopf („Restart“) zu sehen mit dem das Spiel neu gestartet werden kann.

4.2.1.2 Lerninhalte

In der ersten Lerneinheit soll, wie bereits in Abschnitt 4.2 angedeutet, den Studierenden *Unity* näher gebracht werden. Gleichzeitig dient sie als Vorbereitung, um die dreidimensionale Szene in Lerneinheit II leichter zu verstehen. Generell sollen hier grundlegende Interaktionen in *Unity*, wie das Prinzip von *GameObject* und Komponenten, erklärt werden. Hinsichtlich der Computergrafik können hier Begrifflichkeiten wie „Szene“ und darin befindliche Inhalte, wie etwa Objekte und Kamera, sowie Physik im virtuellen Raum vermittelt werden. Die Bedeutung der Kamera für zweidimensionale Szenen kann behandelt werden. Außerdem kann auf den Zusammenhang zwischen Szene und Renderer eingegangen werden. Grundlegende mathematische Prinzipien können anhand der Szene erläutert werden. Besonders gut bieten sich hier kleine Programmieraufgaben an, um grundlegende Vorgehensweisen wie if-else-Abfragen oder Schleifen anhand ihrer Auswirkungen in der Szene zu erklären. Hierfür eignet sich der Editor von *Unity* sehr gut, da Änderungen zur Laufzeit des Spiels durchgeführt und direkt sichtbar gemacht werden können. So könnte den Lernenden beispielsweise die Aufgabe gestellt werden, die erhaltenen Punkte beim Fangen einer Teekanne auf zwei Pluspunkte zu erhöhen. So können Abfragen und Schleifen spielerisch erlernt werden. Sowohl Parametrisierung durch Variablen als auch komplette Code-Abschnitte können mit den Lernenden zusammen erarbeitet werden.

4.2.1.3 Prototypisches Lehrvideo

Das Vorlesungsvideo hat eine Gesamtlänge von annähernd 50 Minuten und ist in acht Sinnesabschnitte unterteilt. Die einzelnen Videos variieren in ihrer Länge zwischen zwei und sieben Minuten.

Die einzelnen Abschnitte behandeln folgende Themen:

- **Einführung – Physik**

Grundlagen von Physik in *Game Engines* und Erläuterung der von *Unity* bereitgestellten *2D-* und *3D-Engines*. Unterschiede zwischen 2D und 3D hinsichtlich physikalischer Effekte und verfügbarer Komponenten.

- **Vorstellung – Fertiges Spiel**

Präsentation und Erläuterung des fertigen Spiels.

- **Erstellung – Neues Spiel**

Erklärung zum Erstellen einer neuen Spieldatei und der daraus resultierenden Ordnerstruktur.

- **Erstellung – Spielercharakter I**

Umgang mit Kamera und Kameratransformation, Einführung von *Sprites* und Vorbereitung auf den Charakterimport.

- **Erstellung – Spielercharakter II**

Import des Hut-*Sprites* sowie ausführliche Erklärung von Objekt- und Kameratransformation.

- **Erstellung – Hintergrund**

Einfügen und Anpassen des Hintergrundbildes sowie Erläuterung zum *Layer*²¹-Konzept hinsichtlich Komposition von Spielercharakter und Hintergrund.

- **Weitere Anpassungen – Hintergrund**

Erweiterung des Hintergrunds um ein zusätzliches Objekt. Organisation der *Hierarchy* zur Wahrung der Übersichtlichkeit bei steigender Komplexität des Szenenaufbaus.

- **Implementierung – Hutbewegung**

Einfügen eines vorgefertigten Skripts zur Bewegung des Hutes.

Weitere Lerninhalte (siehe Abschnitt 4.2.1.2) würden in der tatsächlichen Vorlesung an die Lerneinheit angeschlossen und auf den bereits enthaltenen Inhalten aufbauen.

4.2.2 Lerneinheit II

Die zweite Lerneinheit umfasst eine dreidimensionale Szene und ist von Grund auf neu erstellt. Es wird nicht auf eine Vorlage zurückgegriffen, sodass hier mehr Spielraum für Kreativität und Anpassung des Inhaltes gegeben wird.

4.2.2.1 Szenenaufbau

Lerneinheit II ist, verglichen mit Lerneinheit I, kein Spiel sondern eine 3D-Szene. Sie wird ohne eine Vorlage erstellt. Alle Elemente der Szene werden aus, von *Unity* bereitgestellten, *3D-GameObjects* zusammengesetzt. Diese wurden mit jeweils zum Objekt passenden, realitätsnahen Texturen versehen. Die Szene besteht aus einer Fläche, die als Untergrund fungiert. Darauf befinden sich zwei schematisch dargestellte Häuser mit Durchgang (siehe Abbildung 8). Diese sind bautechnisch identisch, sind aber jeweils mit einer anderen Textur versehen. Die Umgebung um die Häuser besteht aus einer hügeligen Landschaft mit Bäumen und einem Flusslauf. Durch die komplette Szene kann der Spielcharakter mittels Pfeiltasten bewegt werden. Die Leertaste dient zum Springen. Der Benutzer betrachtet die Szene aus der Egoperspektive der Spielfigur (siehe Abbildung 9).

²¹In *Unity* sind *Layer* Ebenen, die Objekten zugewiesen werden können. Sie dienen dazu, Objekte im zweidimensionalen Raum übereinander zu legen, um Verdeckungen und Tiefe zu erzeugen. *Unity* stellt einige vordefinierte *Layer* bereit, bietet aber auch die Möglichkeit, eigene zu definieren. Ein Objekt kann nur genau einem *Layer* zugewiesen werden [Chi15].

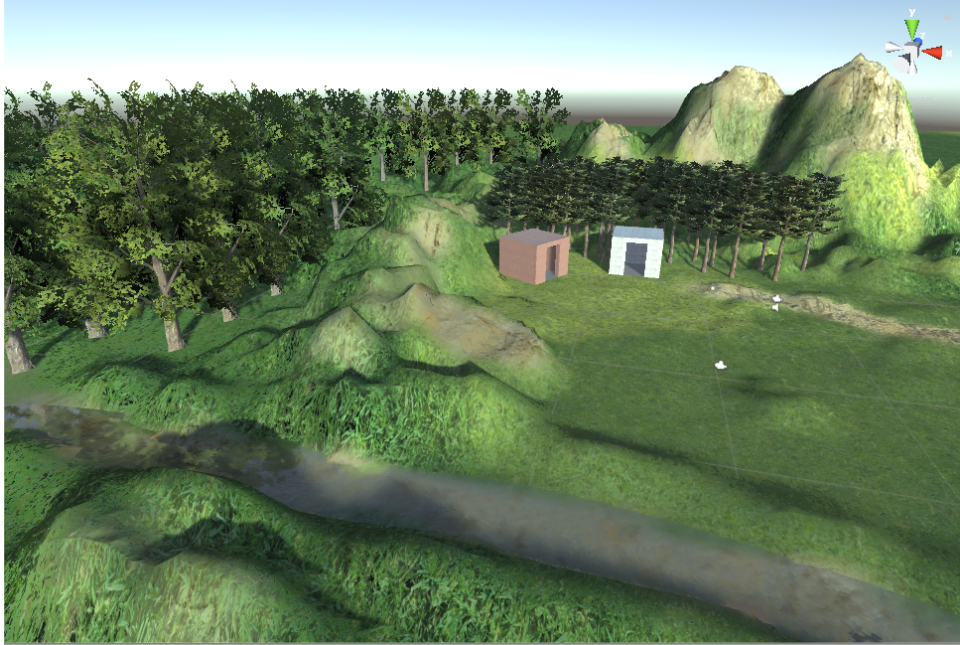


Abbildung 8: Ein Ausschnitt aus der Szene

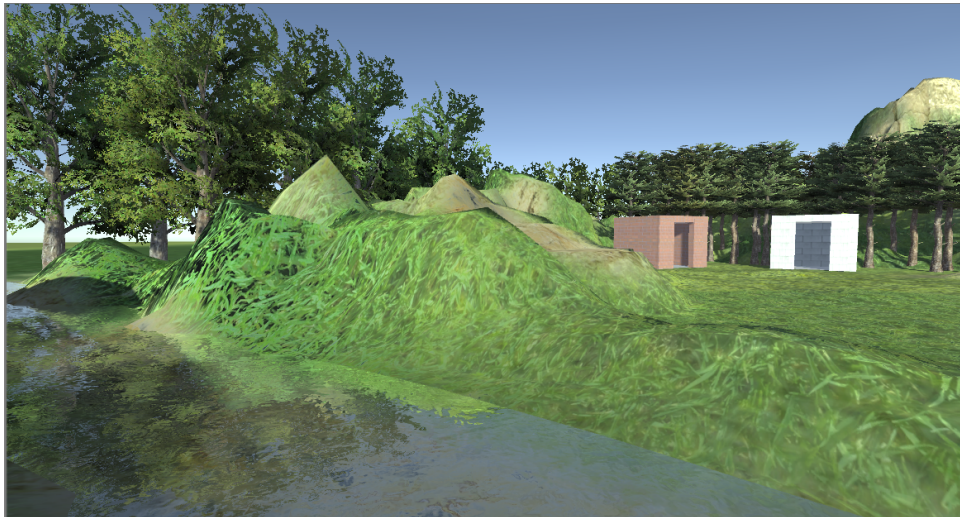


Abbildung 9: Ein Ausschnitt aus der Szene aus der Egoperspektive

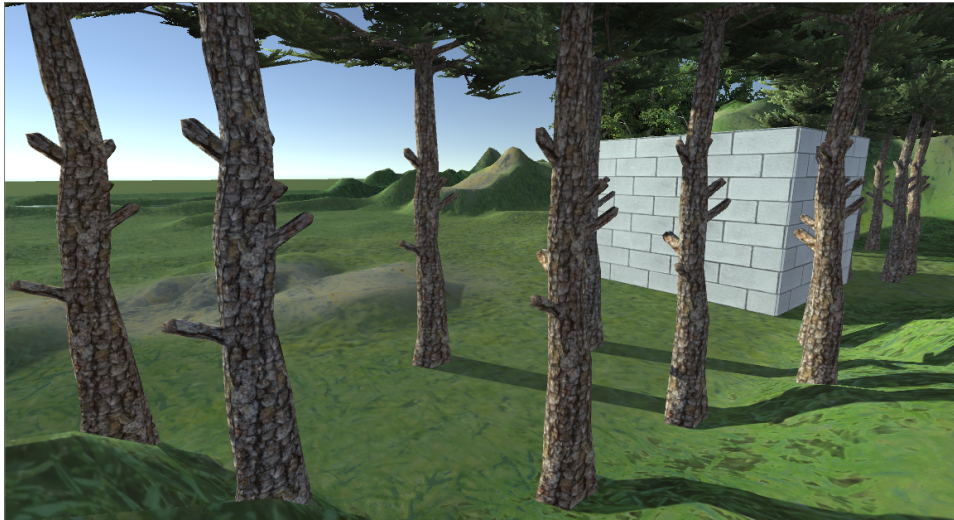


Abbildung 10: Ein anderer Szenenausschnitt aus der Egoperspektive

4.2.2.2 Lerninhalte

Die zweite Lerneinheit soll den Studierenden den Unterschied zwischen zwei- und dreidimensionalem Szenenaufbau aufzeigen. Es wird verdeutlicht, welche Komponenten der *Game Engine* bei der jeweiligen Erstellung von Bedeutung sind und wie diese sich auswirken. Die 3D-Szene dieser Lerneinheit ist primär dafür vorgesehen, die konkreten Themenbereiche der Computergrafik zu behandeln. Es sollen einfache dreidimensionale Geometrien erklärt werden und anhand der 3D-Objekte die Prinzipien von Beleuchtung und Reflexion erklärt werden. Auch die dreidimensionale Kamera und deren Koordinaten im Vergleich zum Weltkoordinatensystem kann veranschaulicht werden. In diesem Kontext kann etwa auch die Linke-Hand-Regel²² aufgezeigt werden. Des Weiteren kann auf Texturen eingegangen werden und damit zusammenhängend das Thema Material und dessen Eigenschaften veranschaulicht werden. Da die Szene vollständig im Verlauf der Lerneinheit aufgebaut wird, können auch Transformationen an den Objekten erklärt werden. In diesem Abschnitt wird weniger Wert auf die Programmierung beziehungsweise die Logik hinter dynamischen Abläufen gelegt, sondern es wird gezielt auf die Computergrafikinhalte eingegangen. Auch die Zusammenhänge zwischen Modellierungssoftware zur Erstellung von 3D-Objekten und der *Game Engine* zur weiteren Verarbeitung und Darstellung können im Zuge der Lerneinheit dargestellt werden. Des Weiteren kann der Unterschied zwischen 2D- und 3D-Physik an der dreidimensionalen Szene veranschaulicht werden. Durch freiere Gestaltungsmöglichkeiten der Szene soll die Kreativität der Lernenden angeregt werden. Dem Moderator ist offen gelassen, welche konkreten Themen behandelt und wie die Szene im Verlauf

²²Die Linke-Hand-Regel dient dazu die Ausrichtung der drei Achsen eines Koordinatensystems zu beschreiben.

des Kurses erweitert wird. Der Umfang kann an die verbliebene Zeit der Vorlesung angepasst werden, da kein vordefiniertes inhaltliches Ziel mit der Szenengestaltung erreicht werden muss.

4.2.2.3 Prototypisches Lehrvideo

Das Vorlesungsvideo zu Lerneinheit II umfasst auch etwa 50 Minuten und ist wie schon bei Lerneinheit I in Sinnesabschnitte unterteilt. Abweichend zum ersten Video ist dieser Teil in nur sieben Abschnitte unterteilt. Die einzelnen Videos sind zwischen drei und neun Minuten lang. Die Abschnitte behandeln die folgenden Themen:

- **Einführung**

Ein kurze Vorstellung des angestrebten Resultats zum Ende der Vorlesung, eine einführende Erklärung zur Erstellung einer 3D-Szene sowie eine kurze Zusammenfassung wesentlicher Elemente und Konzepte von *Unity*.

- **Objekterstellung – Untergrund**

Einfügen eines ersten *GameObjects*. Aus einem Quadrat wird der Untergrund für die Szene erstellt. Anhand des Quadrats werden Transformationen (Rotation, Skalierung und Translation) anschaulich und ausführlich erklärt.

- **Objekterstellung – Wände**

Erstellen und Duplizieren eines zweiten *GameObjects* aus einem Quadrat zum Generieren von Wänden.
Aufräumen der *Hierarchy*.

- **Texturierung – Untergrund**

Erklärung zur Bedeutung und Verwendung von Texturen anhand der Texturierung des Untergrunds.
Kurze Erklärung des *Debug-Modus*²³ in *Unity*.

- **Texturierung – Wände**

Texturierung der Wände mit anschließenden Anpassungen zur Optimierung der Darstellung.

- **Objekterstellung und Texturierung – Durchgang und Boden**

Klonen von Wänden zur Modellierung eines Durchgangs. Erstellung und Texturierung eines weiteren *GameObjects* zur Darstellung des Bodens.

- **Egoperspektive**

Einfügen eines von *Unity* vorgefertigten *Assets*, das dem Benutzer das Umsehen, Laufen und Springen in Egoperspektive der Spielfigur ermöglicht.

²³Der *Debug-Modus* ist ein Teil des *Inspectors*. Dort können die Eigenschaften aller verwendeten Komponenten angesehen werden. Es werden auch Merkmale angezeigt, welche lediglich intern von *Unity* genutzt werden und normalerweise im Editor nicht bearbeitet werden können [Chi15].

Weitere Lerninhalte (siehe Abschnitt 4.2.2.2) würden in der tatsächlichen Vorlesung an die Lerneinheit angeschlossen und auf den bereits enthaltenen Inhalten aufbauen. Bei der Wahl darauffolgender Themen bleibt dem Lehrenden Freiraum für kreative Gestaltung, da die Szene beliebig erweitert werden kann.

Beim Erstellen der Videos für die zweite Videovorlesung wurde bereits auf die Ergebnisse der Auswertung zu Lerneinheit I eingegangen.

5 Evaluation

Nach Fertigstellung des Konzepts der Lerneinheiten I und II befasst sich der folgende Teil dieser Arbeit mit deren Beurteilung. Um den didaktischen Wert und die inhaltliche Qualität der prototypisierten Lerneinheiten zu bewerten, wurde eine Reihe von Untersuchungen auf Grundlage der Videovorlesungen (siehe Abschnitte 4.2.1.3 und 4.2.2.3) durchgeführt. Hierzu wurde der vorgestellte Abschnitt der jeweiligen Lerneinheit aufgezeichnet und anschließend den Probanden vorgeführt. Begleitend sollten die vermittelten Lerninhalte von den Versuchspersonen in *Unity* umgesetzt werden. Informationen über Lernerfolg und Akzeptanz der Inhalte wurden anhand eines Fragebogens erhoben, der von den Probanden parallel sowie im Anschluss an das Vorlesungsvideo ausgefüllt wurde. Neben diesen Kriterien behandelt der verwendete Fragebogen auch die Verständlichkeit der vermittelten Inhalte und den Spaßfaktor bei der Bearbeitung der Lerneinheiten. Die Untersuchungen zu Lerneinheit II wurden zeitlich versetzt nach der Auswertung von Lerneinheit I durchgeführt.

Im Verlauf der Evaluation wurden den Probanden im Beisein des Versuchsleiters das Vorlesungsvideo, unterteilt in mehrere Sinnesabschnitte, vorgeführt. Zum Abschluss jeder Sequenz wurde dem Probanden im Fragebogen die Möglichkeit zu einer kurzen Erörterung von Unklarheiten und offenen Fragen gegeben. Die Unterteilung des Videos mit zwischengelagerter Informationsabfrage zielte darauf ab, eine möglichst unmittelbare und genaue Einschätzung von Wirkung und Verständlichkeit der Sinnesabschnitte zu erhalten. Die einzelnen Sequenzen des Videos konnten von den Versuchspersonen nicht pausiert oder zurückgespult werden, um eine größtmögliche Vergleichbarkeit zu einer realen Vorlesung zu erreichen.

Durch Evaluation der vorproduzierten Vorlesungsvideos, konnte die Reaktion der Probanden auf die Videos sowie ihr Verhalten und der Erfolg bei der Umsetzung der Inhalte unabhängig bewertet werden. Eine persönliche Präsentation der Vorlesungsinhalte durch den Versuchsleiter hätte die Aufmerksamkeit dessen eingeschränkt. Die Verwendung von Aufzeichnungen ermöglicht zudem die unabhängige Durchführung des Versuchs mit jeder einzelnen Versuchsperson bei gleichbleibender Qualität der Darstellung.

5.1 Lerneinheit I

In diesem Abschnitt wird die Auswertung der ersten Lerneinheit (siehe Abschnitt 4.2.1) vorgenommen. Dazu wird im Folgenden der Aufbau des verwendeten Fragebogens beschrieben, um anschließend die Ergebnisse der Erhebung im Detail zu betrachten.

Vor Beginn wurde mit den Probanden zusammen die *Unity*-Umgebung auf den Rechnern aufgesetzt. Hierbei war auffällig, dass keine der Versuchspersonen Schwierigkeiten mit der Einrichtung der *Game Engine* hatte.

5.1.1 Aufbau des Fragebogens

Der Fragebogen (siehe Anhang Seite 66) lässt sich in fünf Bereiche aufteilen:

- **Erster Teil:** Die Probanden wurden im ersten Teil aufgefordert, sich im Anschluss an jedes Video Gedanken dazu zu machen, ob sie die im Video vermittelten Inhalte verstanden haben. Die Testpersonen sollten auftretende Fragen zum Verständnis notieren. Dazu enthält der Fragebogen zu den in Abschnitt 4.2.1.3 genannten acht Sinnesabschnitten jeweils entsprechende Freitextflächen.
- **Zweiter Teil:** Persönliche Hintergrundinformationen wurden im zweiten Teil des Fragebogens dokumentiert. Konkret wurde das Alter der Probanden und ihre Vorerfahrung im Zusammenhang mit Informatik und Programmierung erfasst. Die Erhebung diente dazu, festzustellen, ob eine gewisse technische Vorkenntnis vorhanden ist und ob der Anspruch der Lerneinheit der Eignung des Probanden angemessen ist.
- **Dritter Teil:** Im dritten Teil wird die ganzheitliche Wirkung der Lerneinheit auf den Probanden abgefragt. Der Fokus liegt insbesondere auf Akzeptanz, Verständnis und Vergnügen bei der Bearbeitung der Inhalte. Die Einstufung erfolgt mittels einer Likert-Skala, bei der die Probanden jeweils positiv oder negativ formulierten Aussagen zustimmen oder widersprechen können. Dieser Abschnitt des Fragebogens umfasst neun Aussagen. Die Skalierung ist in fünf Abstufungen gestaltet, die von *Stimme nicht zu* bis *Stimme zu* verlaufen. Es wurde eine ungerade Anzahl gewählt, um dem Probanden die Einschätzung zu erleichtern. Bei einer neutralen Einstellung zu einem Themenpunkt sollte die Testperson sich nicht gezwungen fühlen, unter Druck eine Entscheidung in eine bestimmte Richtung zu treffen. Damit könnte das Ergebnis verfälscht oder sogar in die Richtung des gewünschten Ergebnisses gebracht werden.

Von der ersten Aussage („*Die Lerneinheit hat mir Spaß gemacht.*“) und der fünften („*Ich empfand die Lerneinheit als langweilig.*“) werden inhaltlich vergleichbare Ergebnisse erwartet. Beide wurden bewusst so gewählt und hinsichtlich ihrer Wertung invertiert ausgelegt, um eine Überprüfung der ernsthaften Bearbeitung durch den Probanden zu erzielen.

- **Vierter Teil:** In diesem Abschnitt des Fragebogens sollen die Probanden Fragen zum Umfang und inhaltlichen Aufbau der Lerneinheit beantworten. Unter anderem soll erfragt werden, ob nach Beendigung der Einheit Fragen offen geblieben sind, um so einen Indikator für die Verständlichkeit zu erhalten. Des Weiteren wurde gefragt, ob ein „roter Faden“ in der Videovorlesung erkennbar war. Außerdem wird betrachtet, ob sich die Probanden noch weitere Informationen zu *Unity* selbst oder den einzelnen verwendeten Komponenten gewünscht hätten. In diesem Teil existieren nur Fragen, welche mit *ja*

oder *nein* beantwortet werden können. Allerdings wird hier dem Probanden bei den meisten Fragen noch die Möglichkeit gegeben, seine Antwort in Form eines Freitextes zu begründen.

- **Fünfter Teil:** Abschließend wird der Gesamteindruck der Lerneinheit beurteilt. Die Bewertung findet mit Schulnoten (*1 = sehr gut* bis *6 = ungenügend*) statt. Es soll eine Einschätzung darüber erzielt werden, ob die Probanden das Vorlesungsvideo als wertvoll empfunden haben und ob sie die Lerneinheit weiterempfehlen würden.

5.1.2 Auswertung

An der Evaluation waren insgesamt zehn Probanden beteiligt. Außer der Einschränkung, dass keine der Testpersonen ein Informatik- oder vergleichbares Studium absolvieren oder abgeschlossen haben, mussten für die Teilnahme keine speziellen Voraussetzungen erfüllen werden. Mit dieser Maßnahme sollte eine vergleichbare Lernkurve bei der Bearbeitung der Inhalte angestrebt werden. Alle zehn Probanden haben die Videos komplett angesehen und den Fragebogen vollständig bearbeitet.

5.1.2.1 Erster Teil

Die Probanden haben in diesem Teil des Fragebogens nach den jeweiligen Sinnesabschnitten aus Abschnitt 4.2.1.3 Notizen aufgeschrieben. Auffällig war hierbei, dass sich die meisten Probleme auf fehlendes Hintergrundwissen oder Detailfragen bezogen. Speziell wurden Rückfragen zum zentralen Konzept des *GameObjects* und dessen Zusammenspiel mit seinen Komponenten gestellt. Dazu gehört auch, dass den Probanden genau erklärt werden sollte, was genau eine Szene in *Unity* ist und wie diese angesprochen und verändert wird. Außerdem empfand eine Testperson das *Layer*-Konzept als nicht ausführlich genug erklärt. Grundlegende Begriffe wie „*rendern*“ und „*OpenGL*“ waren einzelnen Testpersonen nicht klar. Ein weiterer Proband hatte Verständnisprobleme damit, dass die *Main Camera* immer als Objekt in der *Hierarchy* angezeigt wird.

Schlussfolgernd lässt sich festhalten, dass grundlegende Fachbegriffe im Rahmen der Vorlesung näher erklärt werden sollten, als dies in der Videovorlesung geschehen ist. Insbesondere vor dem Hintergrund potenziell noch stärker variierenden Vorwissens innerhalb der Zielgruppe im Vergleich zur Testgruppe sollte mit größerem Erklärungsbedarf gerechnet werden. Des Weiteren empfiehlt es sich einige wesentliche Konzepte von *Unity*, wie *GameObjects*, *Components* und *Layer*, noch konkreter auszuführen und zu verdeutlichen, da deren Verständnis für eine umfangreiche und gezielte Arbeit mit *Unity* von Nutzen ist.

Die Probanden wirkten insgesamt sehr konzentriert beim Verfolgen der Videovorlesung sowie beim eigenständigen Nachstellen der Inhalte in *Unity*. Es konnte nicht festgestellt werden, ob sie gelangweilt oder in irgendeiner Weise mit dem Inhalt der Lerneinheit überfordert waren. Einige Probanden haben nach verschiedenen

Videoabschnitten länger gebraucht, bis sie mit der Bearbeitung des ersten Teils des Fragebogens begannen, da sie noch die Lektionen des Videos abschließend in *Unity* umgesetzt haben. Diese Zeitspanne war jedoch bei keinem Probanden auffallend lang. Dennoch sollten bei einer realen Vorlesung gegebenenfalls kurze Pausen nach jeder Einheit fest eingeplant oder bei Bedarf angeboten werden, um ein abschließendes Bearbeiten jedes Abschnitts zu ermöglichen. Die Pausen sollen insbesondere zur unmittelbaren Reflexion der vorangegangenen Inhalte anregen (siehe Abschnitt 2.2).

5.1.2.2 Zweiter Teil

Die Probandengruppe war aus Personen unterschiedlicher Geschlechter zusammengesetzt. Das Alter der Versuchspersonen lag zwischen 24 und 29 Jahren.

Die Mehrheit von 60% der Probanden hatte in der Oberstufe Informatik als Schulfach (siehe Abbildung 11). Es wurde bei der Betrachtung nicht zwischen Grund- und Leistungskurs unterschieden, da nur das Vorhandensein eines grundlegenden Verständnisses für Informatik geprüft werden sollte. Von den vier Probanden, welche keinen Informatikkurs in der Oberstufe hatten, haben auch drei keine sonstige Erfahrung mit Programmierung und nur eine Person hat sich selbst mit dem Thema auseinandergesetzt (siehe Abbildung 12). Anhand der Diversität hinsichtlich der Vorkenntnisse kann bewertet werden, ob sowohl erfahrenere Personen einen Mehrwert aus den präsentierten Inhalten ziehen können, als auch bei fehlender Vorkenntnis keine Überforderung eintritt und somit der gewünschte Lerneffekt ausbleiben könnte.

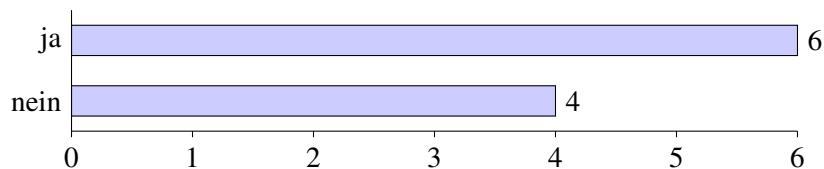


Abbildung 11: Hatten Sie in der Oberstufe Informatik als Schulfach?

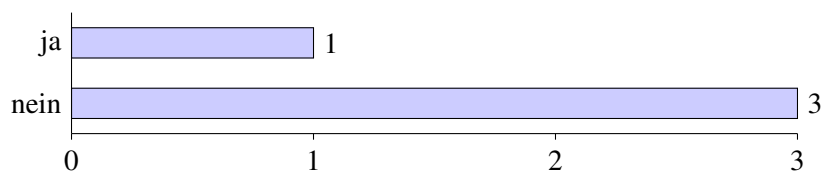


Abbildung 12: Wenn nein, sind Sie vertraut mit Programmierung?

5.1.2.3 Dritter Teil

Bis auf einen neutral gestimmten Probanden hatten alle anderen viel bis sehr viel Spaß bei der Bearbeitung der Lerneinheit (siehe Abbildung 13). Dies ist eine gute Ausgangsposition für die folgende Evaluation, da keiner der Probanden die Videos abgelehnt hat. Konstruktive Kritik ist unter diesen Voraussetzungen wahrscheinlicher, als wenn das Konzept der Vorlesung grundsätzlich negativ wahrgenommen wird. Außerdem wurde in Abschnitt 2.2 hervorgehoben, dass Spaß die Motivation steigert. Da ein Großteil der Probanden nach eigenen Angaben Spaß an der Lerneinheit hatte, kann davon ausgegangen werden, dass ihre Bereitschaft, dem Stoff aus Eigeninitiative zu folgen, entsprechend hoch ist.

Die Vorlesung wurde von achtzig Prozent der Probanden als nicht langweilig erachtet. Die restlichen zwanzig Prozent waren dazu neutral eingestellt (siehe Abbildung 14). Es zeigt sich die erwartete Korrelation zur vorangegangenen Aussage. Bei mangelndem Spaß wird die Langeweile proportional höher eingestuft. Auch die Frage, ob die Probanden das Spiel gerne fertig programmiert hätten zeigt einen direkten Zusammenhang mit dem Spaß an der Lerneinheit (siehe Abbildung 15). Der Großteil (neun von zehn) der Probanden hat Interesse daran bekundet das Spiel fertig zu programmieren. Nur eine Person war neutral zu der Aussage eingestellt.

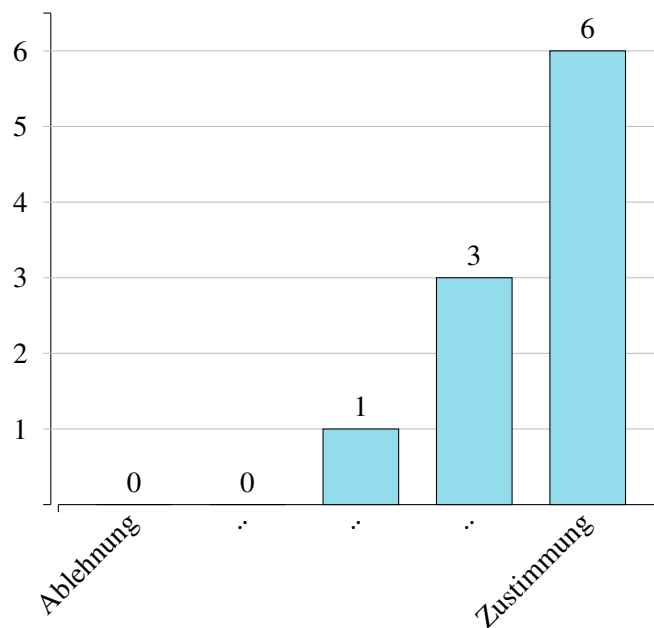


Abbildung 13: Die Lerneinheit hat mir Spaß gemacht.

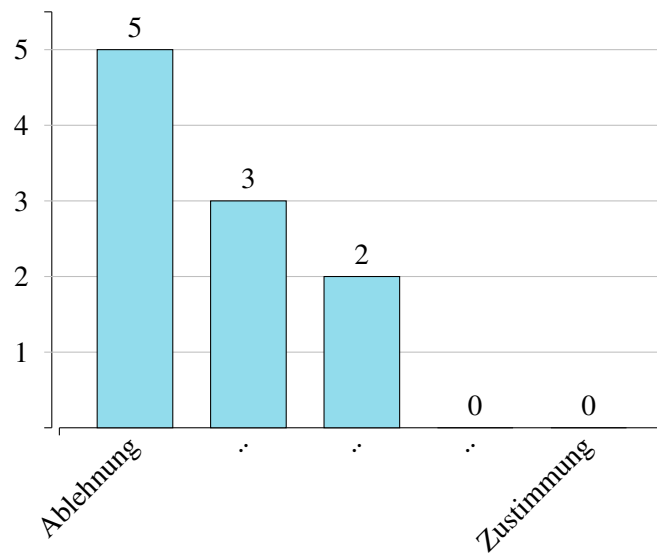


Abbildung 14: Ich empfand die Lerneinheit als langweilig.

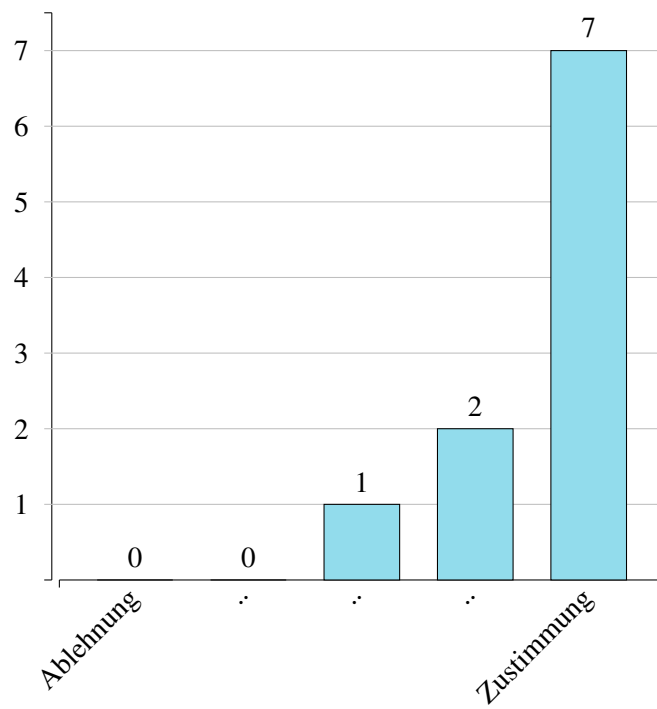


Abbildung 15: Ich würde gerne das Spiel fertig programmieren.

Der Großteil der Probanden fand das Tempo der Videos als ausreichend (siehe Abbildung 16). Zwei der Versuchspersonen haben sich hierzu durch neutrale Bewertung enthalten. Es lässt sich feststellen, dass die Vorlesung, trotz der Beteiligung von Personen ohne Kenntnisse über Programmierung und Informatik, ein angemessenes Tempo aufweist. Weiter lässt sich dazu sagen, dass auch die Personen mit Vorkenntnissen das Tempo nicht als zu langsam angesehen haben. Es konnte folglich ein effektives Mittelmaß erzielt werden, um den Ansprüchen aller beteiligten Probanden gerecht zu werden. Generell korreliert diese Aussage erneut mit Abbildung 14. Bei deutlich negativerer Einstufung hinsichtlich der Langeweile, wäre zu erwarten gewesen, dass auch das Tempo der Vorlesungsvideos als zu langsam bewertet würde.

Die Auswertung in Abbildung 17 zeigt eine deutlich positive Einschätzung zur Qualität der Erklärungen. Nur ein Proband hat hier eine neutrale Einschätzung abgegeben, während weitere drei Probanden eine überwiegend positive Bewertung vergaben und die restlichen sechs Versuchspersonen vollkommen zufrieden waren. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass trotz offener Fragen zu einigen Fachbegriffen (siehe Ergebnisse Auswertung Teil Eins des Fragebogens in Abschnitt 5.1.2.1) auch der fachliche Inhalt verständlich präsentiert wurde, sodass die Probanden keine Schwierigkeiten hatten, dem Mitgeteilten zu folgen.

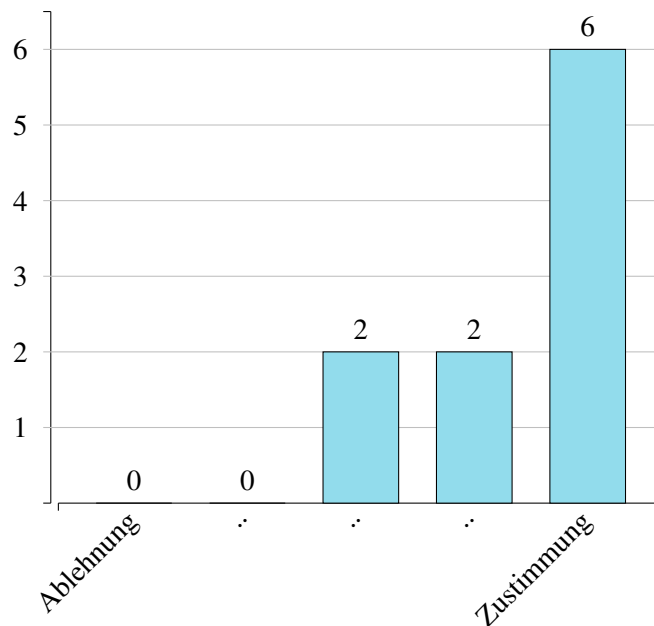


Abbildung 16: Das Tempo empfand ich als angemessen.

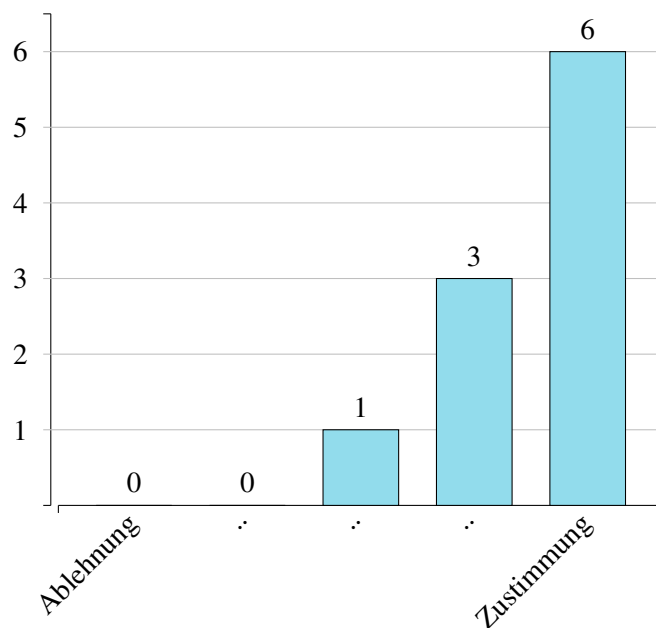


Abbildung 17: Die Erklärungen waren auf den Punkt gebracht.

Zu der Aussage, dass der Inhalt klar und verständlich war (siehe Abbildung 18), enthielt sich nur eine Person. Die Angaben liegen vollständig in der oberen Hälfte der Skala. Allerdings zeigte die Mehrheit der Probanden eine gewisse Zurückhaltung, ihre volle Zustimmung abzugeben. Sechs der zehn Probanden stimmten der Aussage bedingt zu, während nur drei Personen den Inhalt als vollständig klar und verständlich betrachteten. Daraus lässt sich schließen, dass keine großen Verständnisprobleme aufgetreten sind, aber noch Optimierungspotenzial hinsichtlich der Verständlichkeit der Inhalte vorhanden ist. Dieses Ergebnis bestätigt die Erkenntnisse aus der Auswertung des ersten Teils des Fragebogens (siehe Abschnitt 5.1.2.1), aus dem bereits ein Bedarf an zusätzlichen Erklärungen einiger Fachbegriffe und Konzepte erkennbar wurde. Auf diesen Bedarf soll bei den Freitextaufgaben (siehe Abschnitt 5.1.2.4) noch genauer eingegangen werden, wenn die Probanden näher ausführen, welche Inhalte und Erklärungen sie in der Lerneinheit vermisst haben. Das insgesamt positive Ergebnis stimmt auch mit den Resultaten zu der Aussage, dass die Erklärungen auf den Punkt gebracht waren (siehe Abbildung 17), überein. Aufgrund des sehr positiven Ergebnisses ist zu erwarten, dass die meisten Probanden den präsentierten Inhalt verstanden haben, aber der Wunsch nach weiteren und gegebenenfalls tiefer gehenden Erläuterungen vorhanden war.

Bezüglich der Dauer (siehe Abbildung 19) und dem Tempo (siehe Abbildung 16) der Lerneinheit zeigt sich ein neutrales bis überwiegend positives Ergebnis. Während sich zur Dauer drei und zum Tempo zwei Probanden enthielten, stimmte der restliche Teil der Testgruppe den Aussagen (größtenteils vollständig) zu. Die Übereinstimmung der beiden Ergebnisse entspricht den Erwartungen, da etwa bei einem

zu hohen Tempo auch mit dem Wunsch nach einer längeren Lerneinheit zu rechnen gewesen wäre. Insgesamt setzt sich das positive Ergebnis hinsichtlich der Verständlichkeit somit auch in den zeitlichen Aspekten fort. Bei größeren Verständnisproblemen wäre ein negativeres Ergebnis bezüglich Dauer oder Tempo wahrscheinlich gewesen.

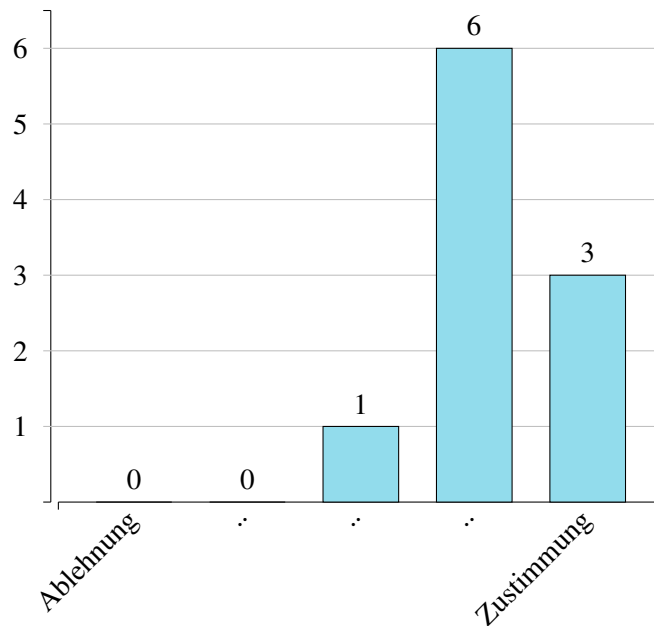


Abbildung 18: Die Inhalte waren für mich klar und verständlich.

Die Mehrheit der Probanden gaben an, dass sie die in den Videos gelernten Inhalte selbst anwenden können (siehe Abbildung 20). Nur zwei Probanden bleiben zu dieser Aussage neutral. Das Resultat korreliert mit den bisherigen Erkenntnissen zu Verständlichkeit (siehe Abbildung 18) und Kompaktheit (siehe Abbildung 17) der Inhalte und bietet einen weiteren Indikator dafür, dass die Inhalte verständlich vermittelt wurden.

Neun der zehn Probanden gaben an, dass die Videos ihre Erwartungen an eine kleine Einführung in *Unity* und die Computervisualistik erfüllt hat (siehe Abbildung 21). Nur ein Proband stand dieser Aussage neutral entgegen. Das Ergebnis lässt darauf schließen, dass die Spielidee der ersten Lerneinheit eine geeignete Grundlage für eine Einführungsveranstaltung bietet.

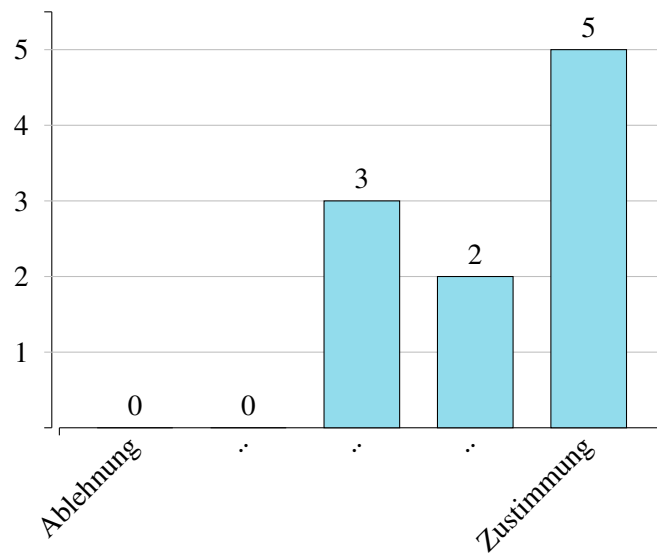


Abbildung 19: Die Dauer der Lerneinheit war, bezogen auf den Inhalt, angemessen.

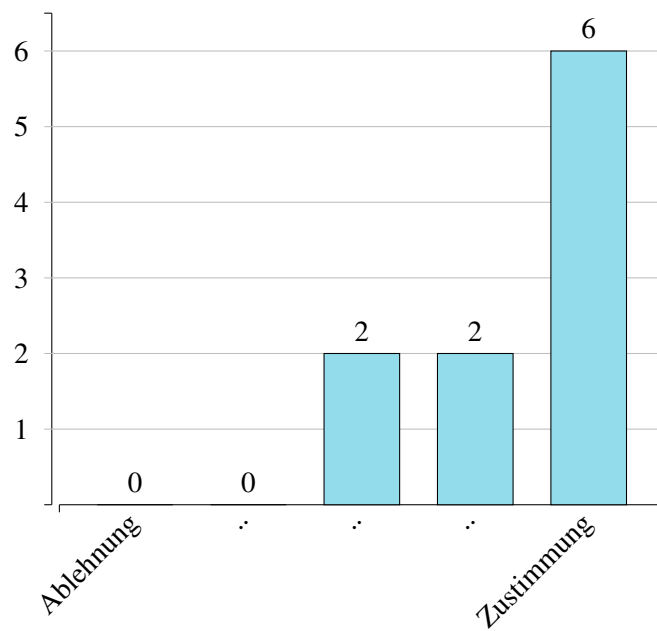


Abbildung 20: Ich könnte die erlernten Inhalte nun selbst anwenden.

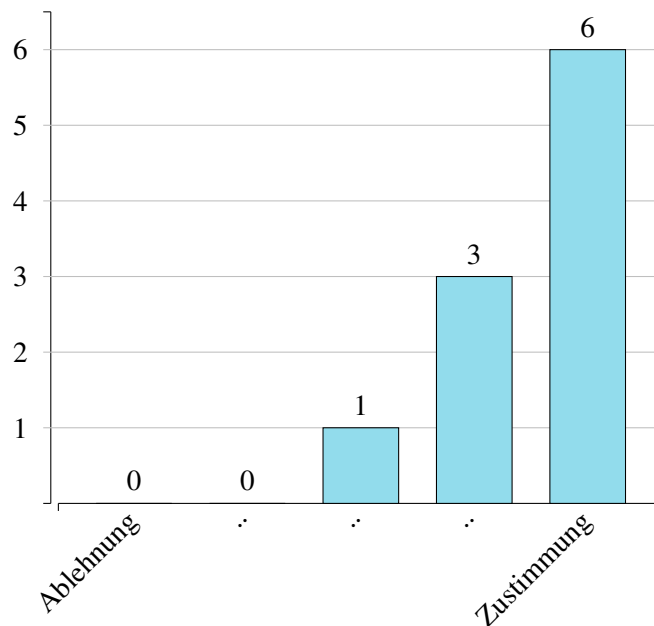


Abbildung 21: Meine Erwartung an eine CV-Einführung wurde erfüllt.

5.1.2.4 Vierter Teil

Für alle Probanden war ein „roter Faden“ im Aufbau des Kurses erkennbar.

In dem Freitextfeld gaben drei der zehn Probanden an, dass sie gerne einmal den Code gesehen hätten. In der prototypischen Videovorlesung wurde nur eine vorgefertigte Datei mit einem schon existenten Programmcode in *Unity* eingefügt. Auf den Code selbst wurde nicht eingegangen. Es wurde nur erklärt, was die Datei bezweckt, wie das Skript in den relevanten Komponenten eingebunden wird und welchen Effekt es auf der Oberfläche von *Unity* hat. An dieser Stelle wäre es von Interesse zu untersuchen, wie detailliert der gewünschte Einblick ausfallen sollte. Mögliche Varianten umfassen etwa einzelne Ausschnitte des Codes zu zeigen, den bestehenden Code vorzuführen und zu erklären oder den gesamten Code mit den Studierenden gemeinsam parallel zu programmieren. Aus dem Interesse der Probanden nach tieferem Einblick in die programmiertechnischen Hintergründe der Komponenten und Skripte in *Unity* lässt sich darauf schließen, dass die Lerneinheit so ansprechend präsentiert wurde, dass in den Studierenden ein intrinsisches Bedürfnis nach weiterem Wissen und Verständnis hervorgerufen werden konnte.

Sechs von zehn Probanden äußerten den Wunsch nach noch mehr Informationen zu den einzelnen verwendeten Komponenten in *Unity* (siehe Abbildung 22). Auf diese wurde in der Lerneinheit nicht konkret eingegangen, sondern es wurde nur jeweils kurz zusammengefasst, welche Bedeutung die jeweilige Komponente hat. Diese Thematik sollte in einer realen Vorlesung deutlich intensiver behandelt werden. Das Grundverständnis für die Komponenten sollte geschaffen werden, be-

vor mit der eigentlichen Entwicklung innerhalb der Lerneinheit begonnen wird, um alle Studierenden auf einen vergleichbaren Kenntnisstand zu bringen.

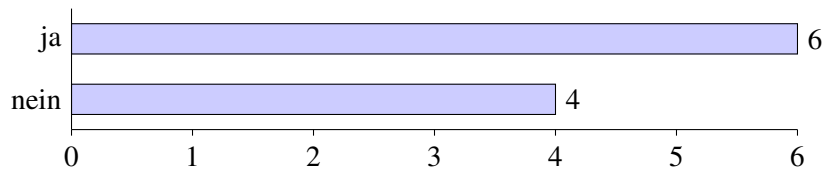


Abbildung 22: Ich hätte gerne mehr Informationen zu den einzelnen Komponenten erhalten.

Eine große Mehrheit (sieben von zehn) sagte aus, dass sie keine Hintergrundinformationen über die *Engine* braucht (siehe Abbildung 23). Die verbliebenen drei Probanden äußerten ihr Interesse an zusätzlichen Informationen und nannten im Freitextfeld konkret die folgenden Punkte:

- Hintergrundinformationen zur Entstehung und Benutzung der *Game Engine*
- Prominente Beispiele, die mit Hilfe von *Unity* programmiert wurden

In dem Fall, dass diese Punkte in eine reale Lehrveranstaltung aufgenommen werden, sollten sie vorzugsweise zu Beginn der Lerneinheit behandelt werden, bevor mit der Entwicklung des Spiels in *Unity* begonnen wird. Der Abschnitt sollte eher kurz gehalten werden, um zu vermeiden, dass die Studierenden die kein gesteigertes Interesse an diesen Randinformationen haben, gelangweilt werden.

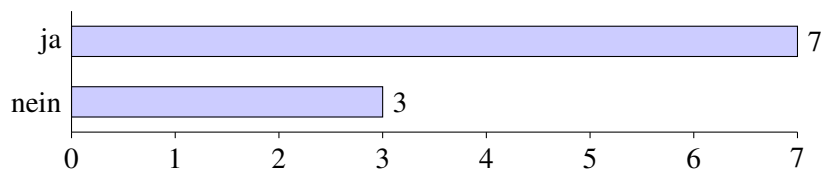


Abbildung 23: Ich hätte gerne mehr Hintergrundinformationen zu *Unity* erhalten.

Die Hälfte der Probanden gab an, nach Beendigung von Lerneinheit I noch offene Fragen zu haben (siehe Abbildung 24). Im Freitextfeld zu diesem Punkt führten die fünf Probanden die betroffenen Themengebiete auf. Diese bestanden im Wesentlichen aus Grundlagenfragen (beispielsweise „Was sind Sprites“, „Was ist rendern?“ oder „Was ist OpenGL?“) und sind nicht überraschend, da in Abschnitt 5.1.2.1 ähnliche Fragen bei den Probanden aufkamen. Um derartigen Lücken vorzubeugen, empfiehlt es sich, zu Beginn der Lerneinheit den Wissensstand der Studierenden in Erfahrung zu bringen und Fragen zu Grundkomponenten und sonstigen Grundlagen zu klären. Des Weiteren könnten die Studierenden angehalten werden, im Fall von Fragen zu nicht bekannten Hintergründen, diese jederzeit im Verlauf der Vorlesung zu stellen, da aus zeitlicher Einschränkung nicht pauschal jegliche Begrifflichkeiten und Hintergründe erläutert werden können.

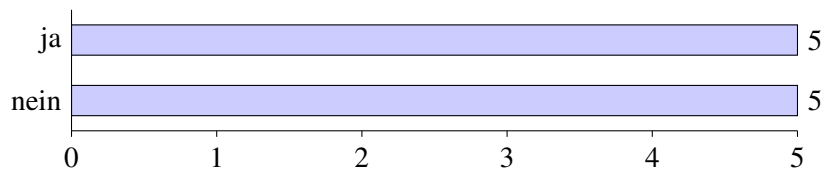


Abbildung 24: An manchen Stellen hatte ich offene Fragen.

5.1.2.5 Fünfter Teil

Die Videos haben bei allen Probanden einen positiven Gesamteindruck hinterlassen. Insbesondere ist diese zusammenfassende Einordnung daran belegt, dass die Probanden Spaß an dem Spiel hatten (siehe Abbildung 13), ihre Erwartungen an einen Einführungskurs in die CV erfüllt wurden (siehe Abbildung 21) und die Erklärungen auf den Punkt gebracht waren (siehe Abbildung 17). Das positive Ergebnis ist auch in der Gesamtnote (siehe Abbildung 25) reflektiert, welche die Probanden der Videovorlesung selbst gegeben haben. Nur ein Proband gab der Lerneinheit die Note *befriedigend*. Die restlichen Probanden waren sehr ausgeglichen zwischen *gut* und *sehr gut*. In Korrelation dazu erzeugte die Frage, ob die Probanden die Videos weiterempfehlen würden (siehe Abbildung 26), ein ähnliches Ergebnis. Hier hat die Mehrheit zugestimmt, dass sie die Lerneinheit auf jeden Fall an Anfänger im Bereich Programmierung und generell von *Unity* weiter empfehlen würde. Bei dieser Frage befanden sich alle Antworten in den oberen zwei Fünfteln.

Des Weiteren gaben, bis auf einen neutral gestimmt Probanden, alle Testpersonen an, die Bearbeitung der Lerneinheit als positiv für sich wahrgenommen zu haben (siehe Abbildung 27).

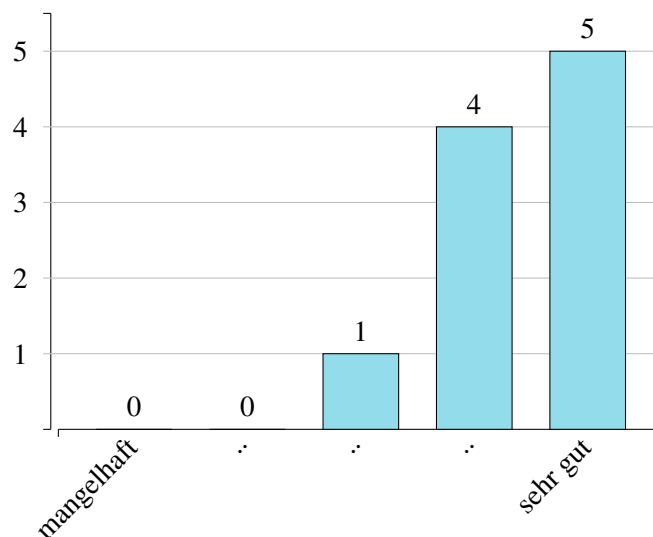


Abbildung 25: Welche Gesamtnote würden Sie der Lerneinheit geben?

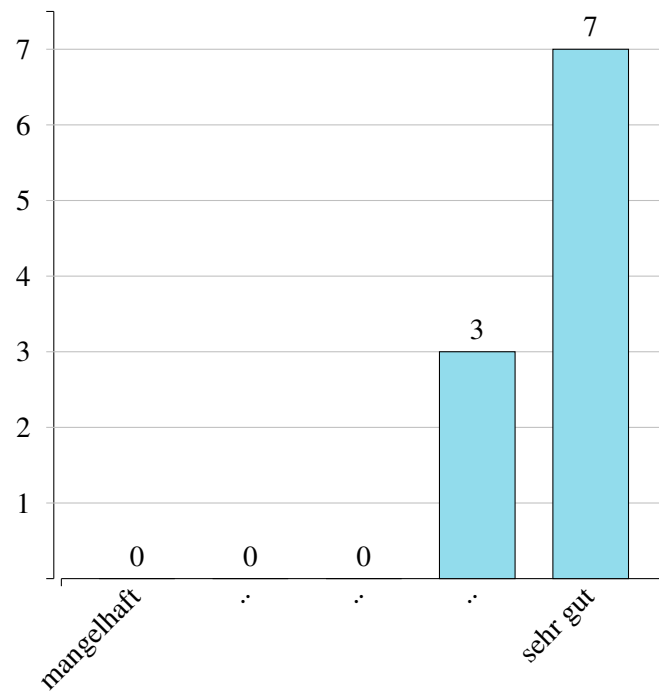


Abbildung 26: Würden Sie die Lerneinheit weiterempfehlen?

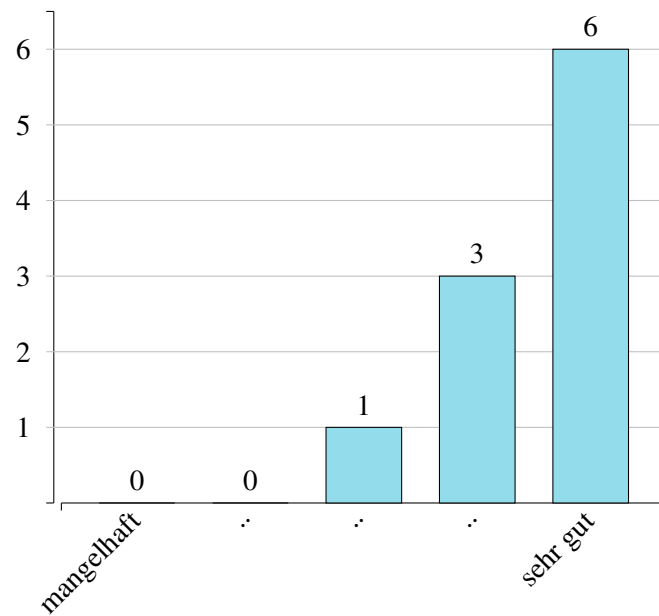


Abbildung 27: Haben Sie für sich einen Mehrwert aus der Lerneinheit gezogen?

5.1.3 Fazit zu Lerneinheit I

Die Ergebnisse des Fragebogens zu Lerneinheit I sind sehr positiv ausgefallen, so dass ein sehr guter Ausgangspunkt besteht, um auf Grundlage dieser Evaluation einen Einführungskurs aufzubauen. Unter den Probanden waren drei Personen ohne vorherige Erfahrung mit Informatik oder Programmierung. Selbst diese kamen gut mit den Vorlesungsvideos zurecht, da keiner der Probanden negative Bewertungen für die Lerneinheit im Fragebogen abgegeben hat. Zugleich waren die Vorlesungsvideos für die Testpersonen mit einem gewissen fachlichen Hintergrund nicht unterfordernd oder langweilig.

In weiteren Vorlesungsvideos oder einem realen Einführungskurs sollte vermehrt darauf geachtet werden, dass einige, für den Lehrenden gängige, Fachbegriffe genauer erklärt und auf solche Begrifflichkeiten gezielter eingegangen wird, da hierin die größte Schwäche dieser Lerneinheit identifiziert werden konnte. Der finale Einführungskurs sollte idealerweise keine Wissenslücken zurücklassen, weswegen auf genauere Erklärungen Wert gelegt werden sollte. Außerdem sollte ein vollständiger Kurs einen kurzen Block mit Hintergrundinformationen zu *Unity* und ein paar prominente Beispiele von *Unity*-Anwendungen enthalten. Des Weiteren führt eine ausführlichere Erklärung der für *Unity* wichtigen Konzepte (wie etwa *GameObjects*, Komponenten und *Layer*) zu einem schnelleren und besseren Gesamtverständnis bei den Lernenden.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Inhalte erfolgreich vermittelt wurden. Obwohl bei manchen Probanden noch Fragen zu einigen Themen zurückblieben, gaben fast alle Probanden an, dass sie Spaß an der Veranstaltung hatten und zuversichtlich sind, die vermittelten Inhalte eigenständig anwenden zu können. Der von den Probanden bestätigte hohe Spaßfaktor lässt darauf schließen, dass die Präsentation der Inhalte die Testpersonen begeistern und motivieren konnte. Diese Motivation spiegelt sich in einigen Ergebnissen wider, beispielsweise in dem Wunsch der Probanden, das Spiel über die Vorlesungseinheit hinaus fertig programmieren zu wollen. Das gewählte Tempo und die Dauer der Erklärungen entsprach den Erwartungen der Testpersonen und wurde als angemessen empfunden. Es kann davon ausgegangen werden, dass ein kompletter Einführungskurs auf diesem Konzept basierend entwickelt werden kann, da die Lerneinheit in sich konsistent und bei allen Probanden sehr gut angekommen ist. Die in der Lerneinheit vorgestellten Inhalte sind in sich abgeschlossen, können aber anhand des verwendeten Spiels noch vertieft sowie um andere Themen der Computervisualistik erweitert werden.

Die vorgesehenen Pausen zwischen den Videos mit der Aufgabe, über mögliche Verständnisschwierigkeiten nachzudenken, sollte gezielt die Reflexion der Probanden anregen. Fast alle Lerntypen nach Frederic Vester (siehe Abschnitt 2.2) konnten anscheinend mit der Videovorlesung angesprochen werden, da die meisten Probanden angaben, dass sie die erlernten Inhalte eigenständig anwenden könnten. Dieses Resultat lässt sich auf die Präsentation der Vorlesung zurückführen. Die verbalen Erklärungen der Inhalte wurden unterstützt durch die visuelle Oberfläche von *Unity* und die unmittelbare, praktische Umsetzung durch die Testperson. Nach

dem didaktischen Grundsatz (siehe Abschnitt 2.2) ließe sich daraus entnehmen, dass 90% des Inhalts von den Probanden verinnerlicht wurde, da sie die Inhalte gehört, gesehen und selbst erarbeitet haben. Nach [Neu95] heißt es, dass die optische Ansprache Konzentration und Aufmerksamkeit steigert. Diese Aussage kann von dieser Lerneinheit bestätigt werden, da die Probanden alle sehr konzentriert an den Vorlesungsvideos gearbeitet haben und nach eigener Beurteilung der Probanden keine Langweile empfunden wurde. Die Ergebnisse bestätigen, dass *Unity* als *Game Engine* für einen Einführungskurs in die Computervisualistik eine geeignete Wahl war. Der Editor unterstützt die Vorlesung in der gewünschten Form und das Konzept der gemeinsamen Entwicklung eines einfachen Spiels mit den Probanden zur spielerischen Vermittlung verschiedener Grundlagen der Computervisualistik war erfolgreich und erhielt überwiegend positive Resonanz.

5.2 Lerneinheit II

In diesem Abschnitt wird die Auswertung der zweiten Lerneinheit (siehe Abschnitt 4.2.2) vorgenommen. Dazu wird analog zu Lerneinheit I zunächst der Aufbau des verwendeten Fragebogens beschrieben, gefolgt von einer Bewertung der gesammelten Ergebnisse.

Bei der Erstellung der Videos für Lerneinheit II wurde vermehrt darauf geachtet, dass einige, für den Lehrenden gängige, Fachbegriffe genauer erklärt und auf solche Begrifflichkeiten gezielter eingegangen wurde. Diese Maßnahme wurde ergriffen, um Verständnisschwierigkeiten und Wissenslücken bei den Probanden, wie in Lerneinheit I aufgetreten, vorzubeugen (siehe Abschnitte 5.1.2.1 und 5.1.2.4).

5.2.1 Aufbau des Fragebogens

Der Fragebogen (siehe Anhang Seite 68) teilt sich, wie bereits bei der ersten Lerneinheit, in fünf Bereiche auf. Der **erste Teil** bewertet erneut den Gesamteindruck der Lerneinheit anhand von Notizen der Probanden zu den jeweiligen Videos (siehe Abschnitt 5.1.1 – Erster Teil).

Der zuvor zweite Teil mit persönlichen Fragen entfällt, da dieselben Probanden erneut befragt wurden. Somit folgen unmittelbar im **zweiten Teil** inhaltliche Fragen zur Szene (analog zu Abschnitt 5.1.1 – Dritter Teil) sowie Fragen zu dem Ergebnis des kompletten Vortrags als **dritter Teil** (analog zu Abschnitt 5.1.1 – Vierter Teil). Aus dem dritten Teil wurde die Frage nach den Hintergrundinformationen zu *Unity* („Ich hätte gerne mehr Hintergrundinformationen zu *Unity* erhalten.“) entfernt, da die Frage unabhängig von den Lerninhalten ist und von den Probanden bereits im ersten Fragebogen beantwortet wurde. Aufgrund der Tatsache, dass alle Testpersonen zu Lerneinheit II auch Lerneinheit I abgeschlossen haben, wird davon ausgegangen, dass die Probanden das Wissen aus Lerneinheit I besitzen und den dazugehörigen Fragebogen wahrheitsgemäß beantwortet haben, sodass von dieser Frage keine neuen Ergebnisse zu erwarten sind.

Gleichermaßen rückt der vormals fünfte Teil mit Fragen zum Gesamteindruck (siehe Abschnitt 5.1.1 – Fünf Teil) an die **vierte Stelle**.

Der **fünfte Teil** des Fragebogens zu Lerneinheit II enthält nun einen Vergleich der beiden Lerneinheiten. Hierbei handelt es sich um fünf Aussagen, die von den Probanden mit Hilfe einer Likert-Skala, wie in Teil Zwei, bewertet werden sollen. Die Aussagen zielen darauf ab, zu identifizieren, ob eine der Lerneinheiten im Vergleich deutlich ansprechender, verständlicher oder besser strukturiert ist als die andere. Außerdem soll der Zugang zu den Inhalten und die Zufriedenstellung beim Erstellen der Inhalte der jeweiligen Lerneinheit bewertet werden. Es wurde erneut bewusst eine ungerade Skala (mit fünf Werten) gewählt, um bei gleicher Einschätzung beider Lerneinheiten auch eine neutrale Bewertung zu ermöglichen.

5.2.2 Auswertung

An der zweiten Evaluation haben insgesamt acht Probanden teilgenommen. Diese Testpersonen bestehen aus einer Teilmenge der zehn Personen aus der ersten Evaluation. Zwei Probanden der ursprünglichen Testgruppe waren für die zweite Lerneinheit nicht mehr verfügbar. Die Probandengruppe sollte bewusst identisch bleiben, da Lerneinheit II den zweiten Teil eines ganzheitlichen Vorlesungsblocks darstellt und die Einheiten somit aufeinander aufbauen sollen. Außerdem wird so eine Vergleichbarkeit zwischen beiden Lerneinheiten ermöglicht.

Alle Probanden haben die Videos vollständig angesehen und parallel sowie im Anschluss an die Vorlesungsvideos die jeweiligen Sektionen des Fragebogens bearbeitet.

5.2.2.1 Erster Teil

Nur zwei Probanden haben in Lerneinheit II weitere Fragen notiert, während die restlichen Testpersonen den ersten Teil vollständig frei ließen. Ein Proband hätte gerne nähere Informationen bezüglich des *Debug*-Modus und dessen weiteren Nutzens erhalten. Der andere Proband äußerte den Wunsch nach einer umfassenden Erklärung zu den kompletten Eigenschaften eines Materials. Des Weiteren gab einer der beiden Probanden an, dass er gerne einmal alle von *Unity* bereitgestellten 3D-Objekte zur Veranschaulichung gesehen hätte.

Auffällig hierbei ist, dass es keine Fragen zum inhaltlichen Verständnis gab. Alle Anmerkungen bezogen sich ausschließlich auf weitere (zusätzliche) Informationen zu den Komponenten. Das Resultat findet sich auch später im dritten Teil des Fragebogens bei der Aussage „Ich hätte gerne mehr Informationen zu den einzelnen Komponenten erhalten.“ wieder, da hier erwartungsgemäß ebenfalls zwei Probanden zustimmten (siehe Abbildung 37). Es kann davon ausgegangen werden, dass es genau die zwei Probanden sind, die auch in diesem Teil Anmerkungen in den Freitextfeldern hinterlassen haben.

Dass keine Fragen zum Verständnis aufkamen, kann darauf zurückzuführen sein, dass beim Erstellen der zweiten Lerneinheit verstärkt darauf geachtet wurde, Begrifflichkeiten zu erklären, um Verständnisproblemen und -fragen, wie sie in der ersten Lerneinheit deutlich wurden, vorzubeugen.

Auch bei dieser Lerneinheit wirkten die Probanden während den Vorlesungsvideos und dem Nachstellen der Inhalte in *Unity* sehr konzentriert. Genauso konnte nicht festgestellt werden, ob die Testpersonen gelangweilt oder in irgendeiner Weise überfordert mit dem Inhalt der Lerneinheit waren. Auffallend hingegen war, dass nur wenige Probanden eine Pause zwischen den Videos gemacht haben. Vereinzelt wurden die Inhalte noch fertig umgesetzt und wenige Notizen aufgeschrieben, aber ansonsten traten keine nennenswerten Unterbrechungen oder Verzögerungen auf.

5.2.2.2 Zweiter Teil

Mit Ausnahme eines neutral eingestellten Probanden, hatten alle anderen viel bis sehr viel Spaß an der Lerneinheit (siehe Abbildung 28). Somit besteht für die zweite Lerneinheit eine vergleichbar gute Grundlage, wie bei Lerneinheit I, da auch hier keiner der Probanden die Videos abgelehnt hat. Ebenso kann davon ausgegangen werden, dass bei den meisten Probanden die Motivation, an der Lerneinheit zu arbeiten, durch den Spaß gesteigert ist (siehe Abschnitt 2.2).

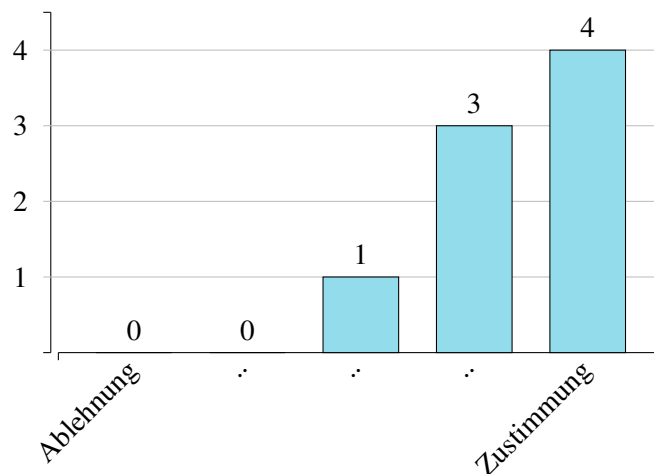


Abbildung 28: Die Lerneinheit hat mir Spaß gemacht.

In direkter Korrelation steht auch die Frage, ob bei den Probanden während der Vorlesung Langeweile aufkam (siehe Abbildung 29). Sechs der acht Probanden empfanden die Vorlesung als nicht langweilig. Die restlichen Zwei waren dieser Aussage neutral eingestellt. Wie bereits in Lerneinheit I zeigt sich auch in der zweiten Einheit die Übereinstimmung zwischen dem Spaßfaktor und ausbleibender Langeweile.

Besonders positiv fällt die Auswertung in Abbildung 30 aus. Hiernach zeigten alle Probanden Eigeninteresse daran, die Szene über den Rahmen der Vorlesung hinaus weiter zu entwickeln. Eine Verknüpfung zum Spaßfaktor und der Langeweile erscheint naheliegend, sodass anzunehmen ist, dass der Spaß und die nicht vorhandene Langeweile die Lernenden motivieren, die vermittelten Inhalte eigenständig anzuwenden und weiter zu vertiefen. Diese Einschätzung wird durch die Aussage von [Neu95], dass der Spaß die Motivation steigert, bestätigt.

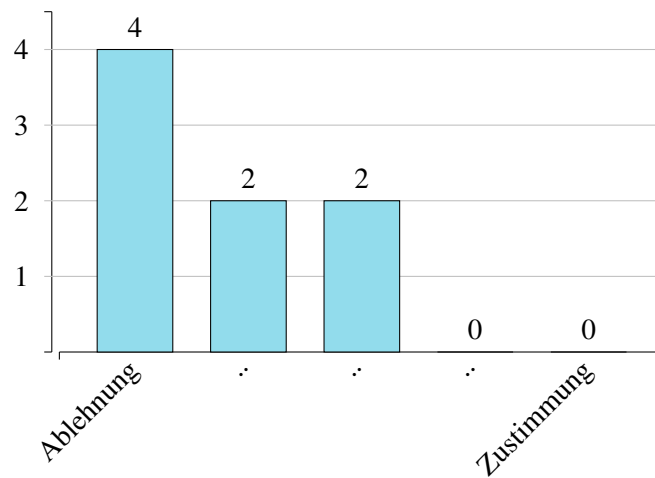


Abbildung 29: Ich empfand die Lerneinheit als langweilig.

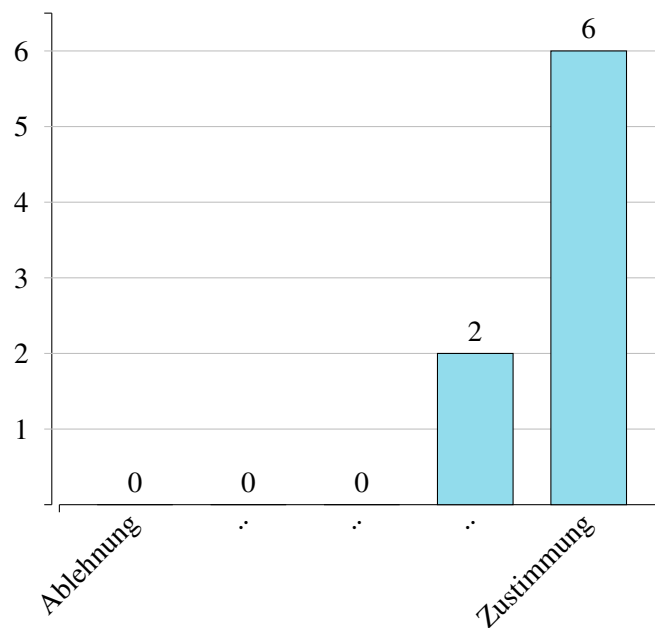


Abbildung 30: Ich würde gerne die Szene weiterentwickeln.

Hinsichtlich des Tempos der Vorlesung waren die Probanden sehr unterschiedlicher Meinung (siehe Abbildung 31). Zwar empfand die Hälfte der Probanden das Tempo auch in Lerneinheit II als angemessen bis sehr angemessen, aber zugleich stufen auch jeweils zwei Probanden das Tempo neutral bis nicht vollständig angemessen ein. Eine mögliche Erklärung für die schlechtere Bewertung im Vergleich zur ersten Lerneinheit könnte in der ausführlicheren Erklärung einiger Begrifflichkeiten bei dieser Vorlesung begründet sein. Ausgiebigere Erläuterungen

von Details und Grundlagen könnten bei einigen Lernenden dazu führen, dass sie die Vorlesung als verhältnismäßig langatmig empfinden.

Die Vermutung, dass die ausführlicheren Erklärungen das Tempo entschleunigt haben, deckt sich mit der Aussage „Die Dauer der Lerneinheit war, bezogen auf den Inhalt, angemessen.“ (siehe Abbildung 32). Dort gab es einen Probanden, der dieser Aussage nicht zugestimmt hat, und zwei Probanden, die neutral eingestellt waren. Zwar war mehr als die Hälfte mit der Dauer insgesamt zufrieden, dennoch könnte auch hier die Ursache für geringeren Zuspruch in den zusätzlichen Erklärungen gesucht werden. Trotz der schlechteren Ergebnisse hinsichtlich Tempo und Dauer der Lerneinheit bleibt festzuhalten, dass der Spaß nicht durch die etwas weiteren Ausführungen eingeschränkt wurde und keine Langeweile eingetreten ist.

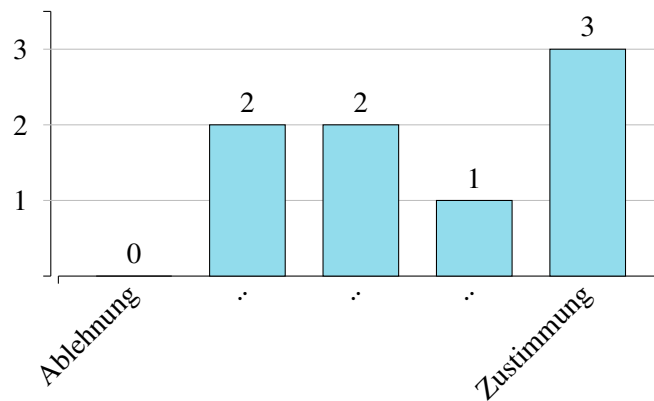


Abbildung 31: Das Tempo empfand ich als angemessen.

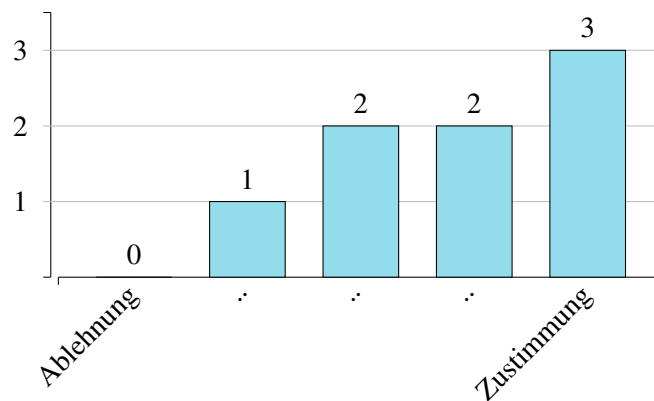


Abbildung 32: Die Dauer der Lerneinheit war, bezogen auf den Inhalt, angemessen.

Der Aussage „Die Inhalte waren für mich klar und verständlich.“ (siehe Abbildung 33) wurde von sechs Probanden vollkommen und von den verbliebenen zwei Personen mit Einschränkung zugestimmt. Verbunden mit den Ergebnissen aus Abschnitt 5.2.2.1, die belegen, dass keine größeren Verständnisfragen offen geblieben sind, lässt sich auf eine nachvollziehbare und verständliche Präsentation der Lerninhalte schließen. Weiter bestätigt wird diese Folgerung durch die Resultate in Abbildung 34. Alle Probanden stimmten der Aussage, dass die Erklärungen auf den Punkt gebracht waren, zu. Die überwiegende Mehrheit von sieben Probanden gab ihre volle Zustimmung, während nur ein Proband die Zustimmung einschränkte. Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die ausführlichen Erklärungen ihren Zweck einer größeren Verständlichkeit der Inhalte erzielt haben und gleichzeitig weiterhin als präzise und nicht zu ausschweifend empfunden wurden.

Dass alle Inhalte verständlich bei den Probanden ankamen, wird unterstützt durch die Einstellung der Probanden zu der Aussage „Ich könnte die erlernten Inhalte nun selbst anwenden.“ (siehe Abbildung 35). Der Großteil (drei Viertel) der Probanden stimmte dieser Aussage vollständig zu. Die restlichen beiden Testpersonen stimmten der Aussage unter Einschränkung zu.

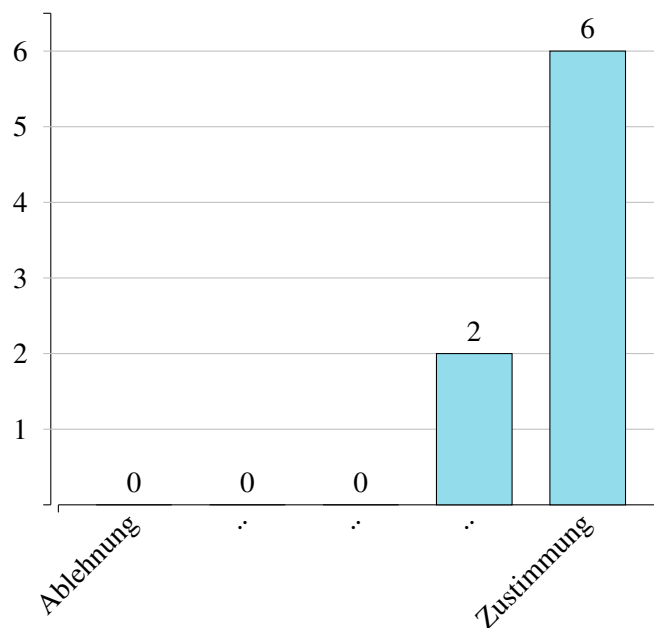


Abbildung 33: Die Inhalte waren für mich klar und verständlich.

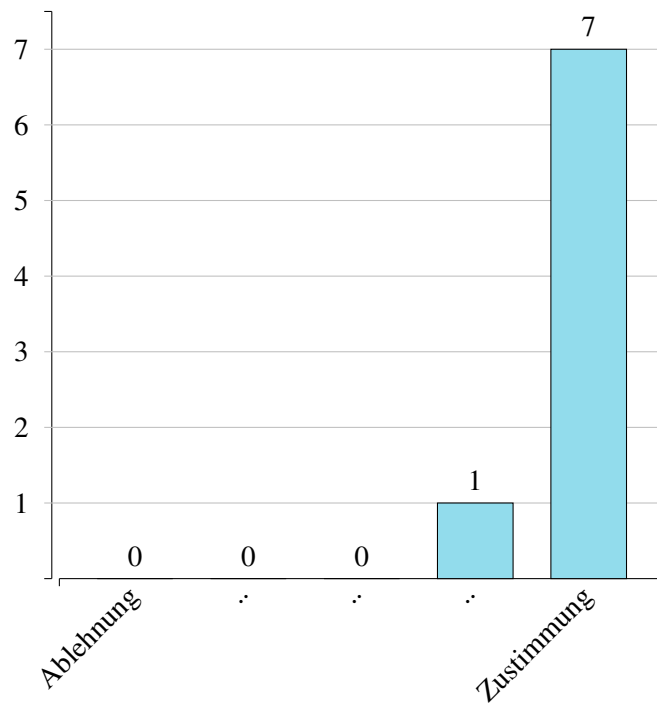


Abbildung 34: Die Erklärungen waren auf den Punkt gebracht.

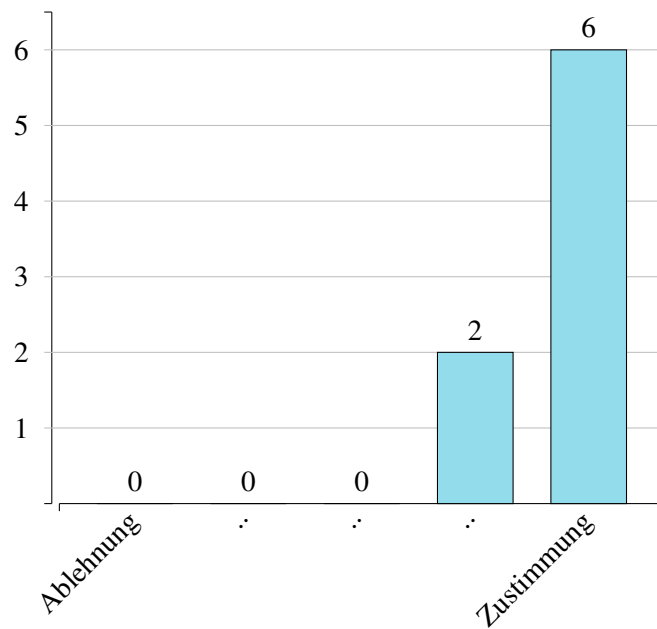


Abbildung 35: Ich könnte die erlernten Inhalte nun selbst anwenden.

Die Mehrheit (sieben von acht) der Probanden gaben an, dass die Vorlesung ihre Erwartungen erfüllt hat (siehe Abbildung 36). Nur eine Person war der Aussage gegenüber neutral eingestellt. Das Ergebnis deutet darauf hin, dass der grundsätzliche Ansatz, eine 3D-Szene von Grund auf mit den Studierenden gemeinsam aufzubauen eine geeignete Grundlage für einen realen Einführungskurs bieten kann, da kein Proband in seinen Erwartungen enttäuscht und die Erwartungen insgesamt zu großen Teilen erfüllt wurden.

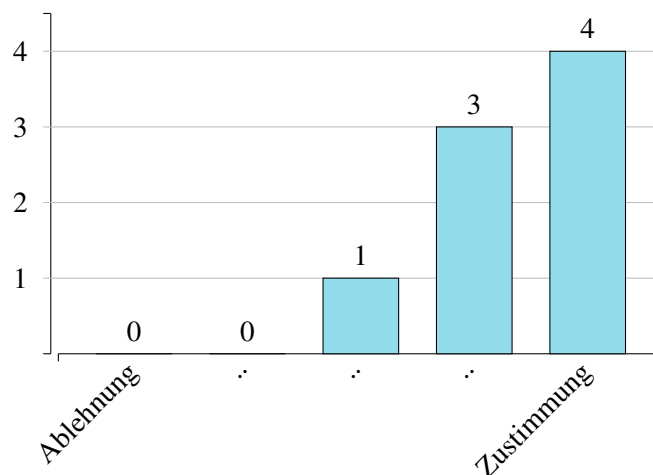


Abbildung 36: Meine Erwartungen an eine CV-Einführung wurde erfüllt.

Der Vergleich mit dem dritten Teil des Fragebogens von Lerneinheit I (siehe Abschnitt 5.1.2.3) zeigt auf, dass einige Aussagen sehr ähnlich bewertet wurden, andere hingegen durchaus abweichende Ergebnisse lieferten.

Zu den Aussagen „Die Lerneinheit hat mir Spaß gemacht.“, „Ich empfand die Lerneinheit als langweilig.“, „Meine Erwartung an eine CV-Einführung wurde erfüllt.“ und „Ich würde gerne das Spiel fertig programmieren.“ bzw. „Ich würde gerne die Szene weiterentwickeln.“ sind sehr ähnliche positive Ergebnisse angegeben worden. Unter dieser Voraussetzung kann erwartet werden, dass beide Lerneinheiten eine gute Grundlage für einen Einführungskurs bieten und für einen solchen verwendet werden können. Die Aussagen „Das Tempo empfand ich als angemessen.“, „Die Dauer der Lerneinheit war, bezogen auf den Inhalt, angemessen.“ erhielten bei Lerneinheit II eine negativere Bewertung als bei Lerneinheit I. Dieses Ergebnis steht in Korrelation mit den Bewertungen der Aussagen „Die Inhalte waren für mich klar und verständlich.“, „Die Erklärungen waren auf den Punkt gebracht.“ und „Ich könnte die erlernten Inhalte nun selbst anwenden.“, welche eine positiveren Anklang bei den Probanden fanden als Lerneinheit I. Erklären lassen sich diese Ergebnisse dadurch, dass nach Lerneinheit I, bei welcher einige Verständnisfragen aufkamen, sehr viel mehr auf Erklärungen in den Vorlesungsvideos wert gelegt wurde. Damit wurde Lerneinheit II verständlicher für einige Probanden, aber wiederum andere empfanden das Tempo dadurch als zu langsam.

5.2.2.3 Dritter Teil

Die Frage, ob ein „roter Faden“ erkennbar war, haben alle Probanden mit *ja* beantwortet.

Ob die Probanden gerne mehr Informationen zu den Komponenten gehabt hätten (siehe Abbildung 37) und ob sie noch offene Fragen am Ende der Vorlesungen hatten (siehe Abbildung 38), wurden beide gleich beantwortet. Jeweils zwei der acht Probanden haben beide Fragen mit *ja* beantwortet. Das Resultat stimmt mit der Beobachtung aus Abschnitt 5.2.2.1 überein, da nur zwei der acht Probanden etwas in diesem Teil des Fragebogens aufgeschrieben haben. Zudem waren die Angaben im Freitextfeld zu der Aussage „An manchen Stellen hatte ich offene Fragen.“ identisch mit den Angaben aus Abschnitt 5.2.2.1. Konkret äußerten die Probanden Interesse an Vertiefungen des *Debug*-Modus, der *Default*-3D-Objekte und der Eigenschaften von Materialien. Alle drei genannten Punkte wurden in der Vorlesung nur angeschnitten und lediglich die für die Lerneinheit relevanten Elemente erklärt. Im Verlauf einer vollständigen Vorlesungseinheit könnten diese Themen ausführlicher behandelt werden, sodass hier keine Fragen mehr offen bleiben. Bezüglich des *Debug*-Modus wurde im Vorlesungsvideo etwa bereits explizit angekündigt, dass dieser zu einem späteren Zeitpunkt noch genauer betrachtet werden soll. Dieser Punkt ist jedoch nicht mehr Teil der in dem Video präsentierten Lerneinheit.

Da die Mehrheit der Probanden keine weiteren Fragen hatte, lässt sich daraus schließen, dass in der Vorlesung die Inhalte der Lerneinheit verständlich und ausreichend ausführlich wiedergegeben wurden. Bestätigt wird diese Einschätzung durch die Bewertung der Aussagen „Die Inhalte waren für mich klar und verständlich.“ (siehe Abbildung 33) und „Die Erklärungen waren auf den Punkt gebracht.“ (siehe Abbildung 34), da beide von den Probanden sehr positiv eingestuft wurden (siehe Abschnitt 5.2.2.2).

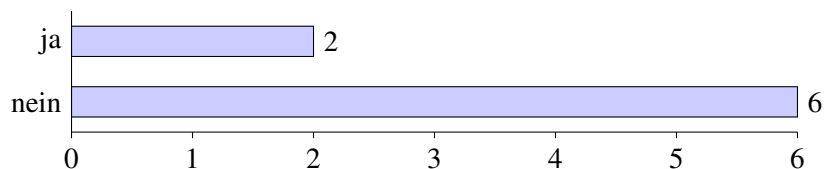


Abbildung 37: Ich hätte gerne noch mehr Informationen zu den einzelnen Komponenten erhalten.

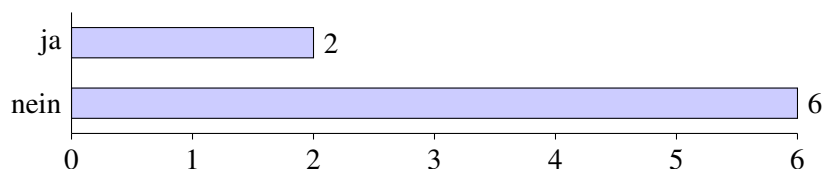


Abbildung 38: An manchen Stellen hatte ich offene Fragen.

Im Vergleich zu Lerneinheit I ist hier deutlich zu erkennen, dass die Inhalte für die Probanden verständlicher waren. In der ersten Lerneinheit waren es noch mehr als die Hälfte der Probanden, die offene Fragen (siehe Abbildung 22) hatte oder zusätzliche Informationen zu den Komponenten (siehe Abbildung 24) forderte. In Lerneinheit II war es nur ein Viertel der Probanden, das sich mehr Informationen gewünscht hätte.

5.2.2.4 Vierter Teil

Obwohl einige Probanden diese Vorlesung als etwas zu langsam empfanden (siehe Abbildung 31) haben die Videos bei allen acht Probanden einen sehr positiven Gesamteindruck hinterlassen. Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass die Probanden auch bei geringerem Tempo Spaß an den Inhalten hatten (siehe Abbildung 28) und ihre Erwartungen insgesamt erfüllt wurden (siehe Abbildung 36). Die von den Probanden vergebene Gesamtnote reflektiert und bestätigt die bisherigen Erkenntnisse. Die Hälfte der Probanden bewertete die Lerneinheit als *gut*, die andere Hälfte sogar als *sehr gut*.

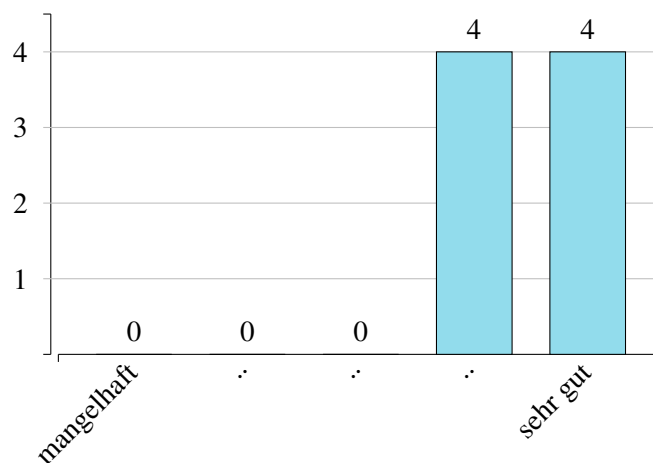


Abbildung 39: Welche Gesamtnote würden Sie der Lerneinheit geben?

In direktem Zusammenhang dazu stehen die Bewertungen der Fragen „Haben Sie für sich einen Mehrwert aus der Lerneinheit gezogen?“ (siehe Abbildung 40) und „Würden Sie die Lerneinheit weiterempfehlen?“ (siehe Abbildung 41). Beide Aussagen wurden positiv bewertet. Die erste Aussage wurde von fünf Probanden mit *sehr gut*, von zwei weiteren mit *gut* bewertet und nur ein Proband empfand den Wert der Lerneinheit als *befriedigend*. Die Aussage „Würden Sie die Lerneinheit weiterempfehlen?“ zeigte einen etwas weniger deutlichen Trend, da zwei Personen angaben, dieser Frage gegenüber neutral zu stehen und jeweils drei der übrigen sechs Probanden für *gut* und drei für *sehr gut* stimmten.

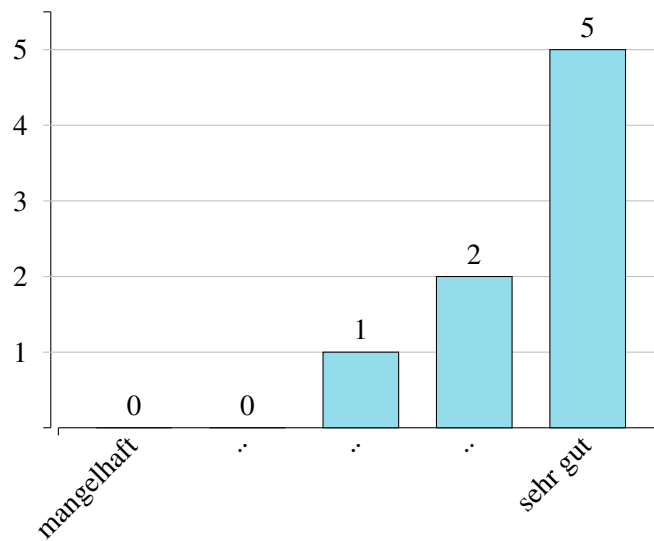


Abbildung 40: Haben Sie für sich einen Mehrwert aus der Lerneinheit gezogen?

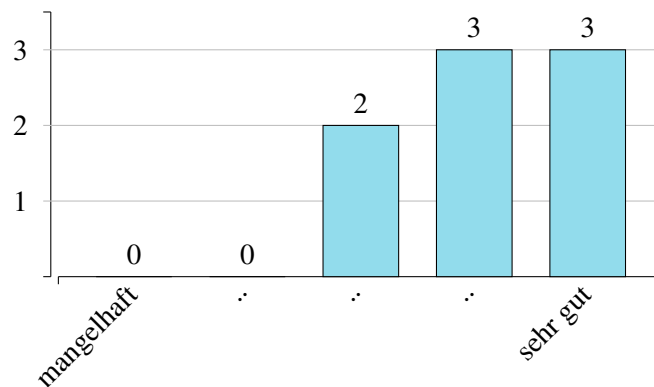


Abbildung 41: Würden Sie die Lerneinheit weiterempfehlen?

Werden die Auswertungen der ersten und zweiten Lerneinheiten an dieser Stelle verglichen, ergeben sich die folgenden Erkenntnisse. Hinsichtlich der Gesamtnote wurde Lerneinheit II besser bewertet, da bei der ersten Einheit hier ein Proband noch *befriedigend* angab. Die bessere Bewertung könnte auf den größeren Fokus auf Verständlichkeit zurückzuführen sein. Gleichzeitig reduzierte sich die Anzahl der Probanden, die die Lerneinheit weiterempfehlen würden. In der ersten Einheit haben noch 70% (sieben von zehn) Probanden gesagt, dass sie auf jeden Fall eine Empfehlung aussprechen würden, wohingegen bei Lerneinheit II nur noch 50% (vier von acht) dieser Meinung waren. Diese zunächst widersprüchliche Entwicklung könnte darin begründet sein, dass die Erhöhung der Verständlichkeit für eine Verlangsamung der Präsentation sowie der Frequenz, in der neue Inhalte vorgeführt werden, gesorgt hat. Damit könnte eine Reduktion der generellen Begeisterung

einhergegangen sein, sodass die Vorlesung zwar weiterhin als inhaltlich wertvoll wahrgenommen aber nicht in gleichem Maße weiterempfohlen wird wie die erste Lerneinheit. Die Aussage „Haben Sie für sich einen Mehrwert aus der Lerneinheit gezogen?“ erzeugt bei beiden Einheiten ein vergleichbar positives Ergebnis.

5.2.2.5 Fünfter Teil

Die Probanden beantworteten die Frage „Welche Lerneinheit fanden Sie ansprechender?“ (siehe Abbildung 42) sehr ausgeglichen. Zwei Probanden empfanden Lerneinheit I ansprechender und drei Lerneinheit II. Drei Testpersonen bewerteten beide Vorlesungen als gleichermaßen ansprechend. Das Ergebnis kann insofern positiv interpretiert werden, da keine der Lerneinheiten überhaupt nicht ansprechend gewirkt hat. Zusammen mit den sonstigen Ergebnissen kann daraus abgeleitet werden, dass beide Ansätze sehr gut in einer realen Vorlesung verwendbar sind. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Lerneinheiten verschiedene Zielgruppen ansprechen, da die erste Einheit mit der Fertigstellung des vordefinierten Spiels ein klares Ziel vorgibt, während die zweite Einheit durch die offenen Gestaltungsmöglichkeiten und beliebige Erweiterbarkeit der Szene eher Kreativität und weiteres Ausprobieren fördert.

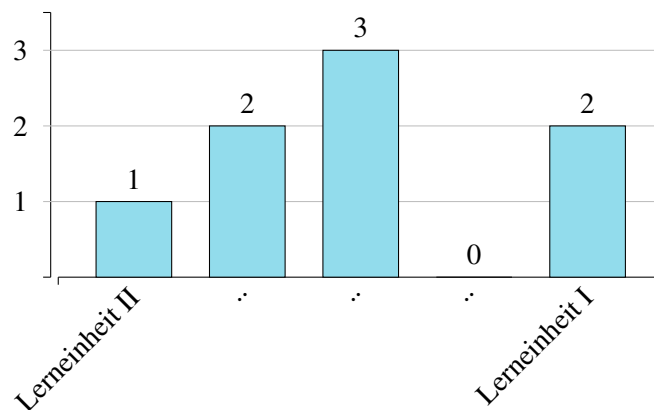


Abbildung 42: Welche Lerneinheit fanden Sie ansprechender?

Ähnliche Ergebnisse liefern die Auswertungen der Fragen „Welche Lerneinheit fanden Sie verständlicher?“ (siehe Abbildung 43), „und Welche Lerneinheit fanden Sie besser strukturiert?“ (siehe Abbildung 44). Beide Fragen lieferten die Antwort, dass die Mehrheit der Probanden (fünf von acht beziehungsweise sechs von acht) beide Lerneinheiten gleichermaßen verständlich und vergleichbar gut strukturiert empfand. In beiden Punkten tendieren die restlichen Probanden zu Lerneinheit II und bestätigen damit die Annahmen aus dem zweiten (siehe Abschnitt 5.2.2.2) und dritten Teil (siehe Abschnitt 5.2.2.3) dieser Auswertung, dass die Verständlichkeit von Lerneinheit II im Vergleich zu Lerneinheit I verbessert werden konnte.

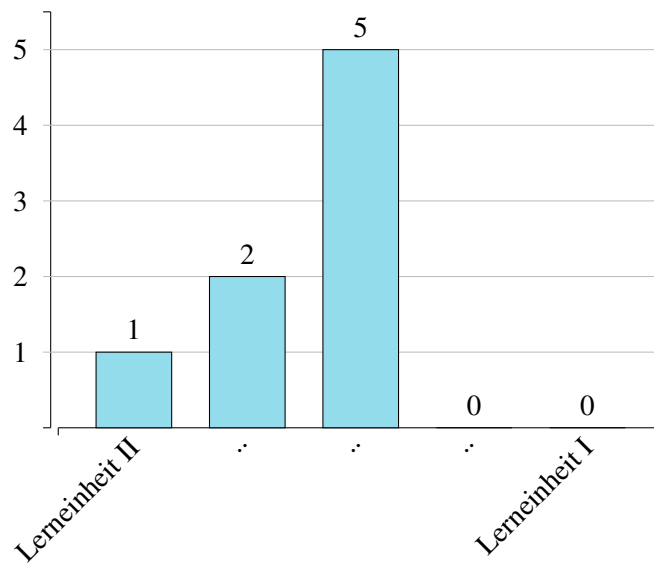


Abbildung 43: Welche Lerneinheit fanden Sie verständlicher?

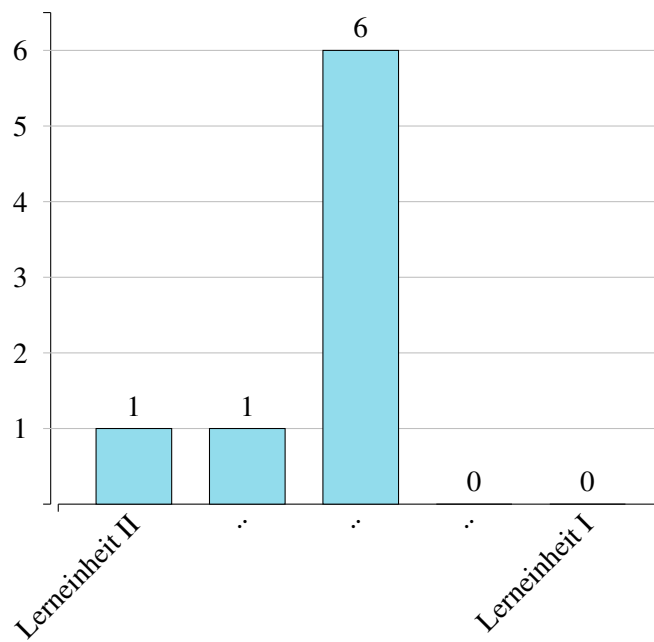


Abbildung 44: Welche Lerneinheit fanden Sie besser strukturiert?

Die Antworten auf die Frage „In welcher der Lerneinheiten haben Sie leichter einen Zugang zu den vermittelten Inhalten gefunden?“ (siehe Abbildung 45) zeigen deutlich, dass *Lerneinheit II* den Probanden einen leichteren Zugang zu den Inhalten ermöglicht hat. Fünf der Probanden empfanden die zweite Einheit als leichter zugänglich. Zwei Testpersonen bewerteten beide als gleichermaßen zugänglich und nur eine Person bevorzugte Lerneinheit I in diesem Kontext. Das Resultat deutet darauf hin, dass die Erklärungen in Lerneinheit II ausführlicher und besser gestaltet waren, da der verstärkte Fokus auf detaillierten Erklärungen den wesentlichen Unterschied zwischen Lerneinheit I und II hinsichtlich der Präsentationsgestaltung ausmacht. Die Probanden mit mehr Vorkenntnissen haben die ausführlicheren Erklärungen anscheinend nicht als signifikant störend empfunden, da sonst bei den Betroffenen mit einer Bevorzugung der ersten Lerneinheiten zu rechnen gewesen wäre.

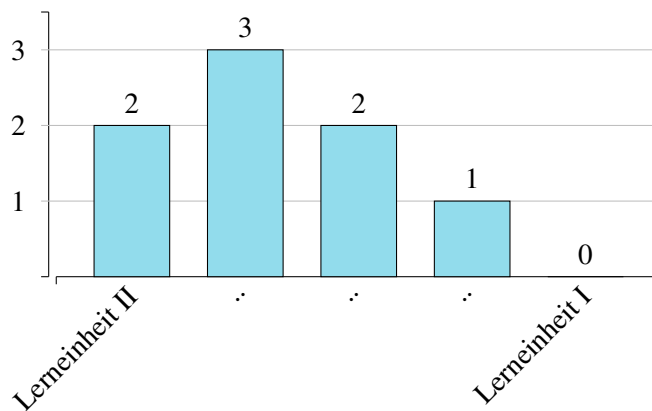


Abbildung 45: In welcher der Lerneinheiten haben Sie leichter einen Zugang zu den vermittelten Inhalten gefunden?

Die Frage „In welcher der Lerneinheiten haben Sie die Erstellung der Inhalte als zufriedenstellender empfunden?“ (siehe Abbildung 46) wurde von den Probanden sehr ausgeglichen beantwortet. Zwei der Testpersonen empfanden Lerneinheit I als deutlich zufriedenstellender wohingegen drei Lerneinheit II eindeutig favorisierten. Die restlichen drei Probanden bewerteten beide Vorlesungen als gleichermaßen zufriedenstellend. Die Verteilung auf beide Lerneinheiten ist sehr wahrscheinlich auf die persönlichen Präferenzen der Probanden zurückzuführen. Die gleichmäßige Verteilung deutet darauf hin, dass keine der Lerneinheiten signifikante Mängel im Vergleich zur anderen Einheit aufweist. Vielmehr ist davon auszugehen, dass die verschiedenen Bereiche und verwendeten Komponenten in den Lerneinheiten jeweils andere Probanden angesprochen haben. Beispielsweise könnte Lerneinheit II bei den Testpersonen mit geringerem Hintergrundwissen besser angekommen sein, da sie dort ausführlichere Erklärungen erhalten haben. Im umgekehrten Fall könnten die Testpersonen mit mehr Vorwissen in Informationstechnik und Programmierung Lerneinheit I bevorzugt haben, da dort weniger Zeit

für Erklärungen aufgewendet wurde, sodass die Themen in höherer Frequenz behandelt und schnellere Fortschritte in der praktischen Umsetzung gemacht werden konnten. Des Weiteren können die freien Gestaltungsmöglichkeiten in Lerneinheit II im direkten Kontrast zu dem klar vordefinierten Ziel von Lerneinheit I ebenfalls eine polarisierende Wirkung auf einige Probanden haben.

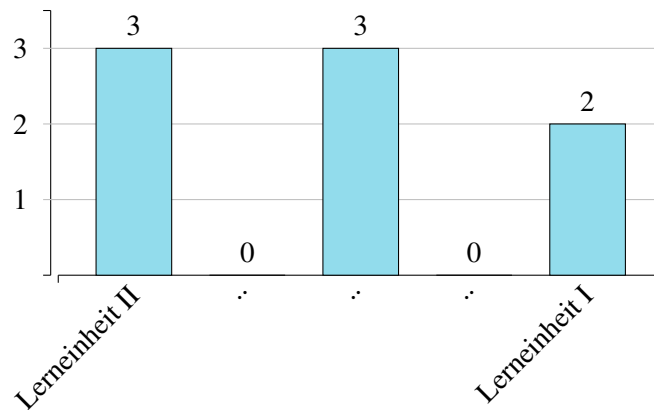


Abbildung 46: In welcher der Lerneinheiten haben Sie die Erstellung der Inhalte als zufriedenstellender empfunden?

5.2.3 Fazit zu Lerneinheit II

Lerneinheit II liefert sehr positive Ergebnisse, sodass ein geeigneter Ausgangspunkt geboten ist, um auf Grundlage dieser Evaluation einen Einführungskurs aufzubauen.

Die Vorlesungsvideos ließen bei den Probanden kaum Fragen offen. In diesem Fragebogen wurden keine inhaltlichen Fragen zum Aufbau der Szene gestellt, sondern lediglich zu einigen Komponenten, die in den Videos aus zeitlicher Limitierung nicht weiter ausgeführt wurden, wie etwa dem *Debug*-Modus. Daraus kann geschlossen werden, dass die Inhalte der Videos erfolgreich vermittelt wurden. Diese Feststellung wird unterstützt durch die Angaben der Probanden, dass sie Spaß an der Vorlesung hatten und zuversichtlich sind, dass sie die erlernten Inhalte eigenständig nachstellen können. Außerdem bestätigt der hohe Spaßfaktor dieser Lerneinheit, dass die Präsentation der Inhalte die Testpersonen begeistern und motivieren konnte. Diese Motivation spiegelt sich in einigen Ergebnissen wider, beispielsweise in dem Wunsch mehrerer Probanden, die Szene weiterzuentwickeln.

Das gewählte Tempo und die Dauer der Erklärungen war für einige Probanden etwas zu langsam. Diese Ergebnisse lassen sich durch die Erkenntnisse aus Lerneinheit I begründen. In Lerneinheit I waren einige Begrifflichkeiten den Probanden nicht vollständig klar, sodass eine Anforderung an Lerneinheit II gestellt wurde, auf Fachbegriffe gezielter einzugehen. Dadurch wurden die Erklärungen in Lerneinheit II länger. In der Folge traten keine inhaltlichen Fragen mehr auf, jedoch empfanden zugleich einige Probanden das Tempo und die Dauer der Erklärungen

nunmehr als zu lang. Es zeigt sich deutlich die Notwendigkeit, für eine reale Lehrveranstaltung das passende Mittelmaß zu finden, um Fachbegriffe ausreichend aber nicht zu ausschweifend zu erklären, sodass in der Lerngruppe keine Wissenslücken offen bleiben, aber zugleich die Aufmerksamkeit aller Studierenden konstant aufrecht erhalten wird. Trotz der Einschränkungen hinsichtlich Tempo und Dauer der Einheit führten die Ergebnisse nicht zu einer Minderung des Spaßfaktors oder zur Langeweile. Damit wird das Konzept der Lerneinheit als gute Grundlage für einen Einführungskurs betrachtet. Die in der Lerneinheit vorgestellten Inhalte sind in sich geschlossen, können jedoch beliebig um andere Themen der Computervisualistik erweitert werden.

Die didaktischen Anforderungen an die Lerneinheit und deren Inhalt wurden ebenfalls, wie in Lerneinheit I, erfüllt. *Unity* bietet in den Videos der zweiten Einheit weiterhin eine gute Grundlage mit dem visuellen Editor, der die Präsentation der Inhalte unterstützt. Diese Aussage wird bestätigt durch die Beobachtung, dass alle Probanden aufmerksam und konzentriert an den Aufgaben gearbeitet haben. Es kann davon ausgegangen werden, dass die optische Ansprache, gepaart mit der aktiven Arbeit an der Entwicklung, einen positiven Effekt auf die Aufmerksamkeit der Testpersonen hat. Außerdem kann erneut anhand des didaktischen Gesetzes (siehe Abschnitt 2.2) erwartet werden, dass die Probanden durch das Hören, Sehen und aktive Erarbeiten 90% der Inhalte verinnerlicht haben. Wie in Lerneinheit I gaben in diesem Fragebogen die Probanden an, dass sie die erlernten Inhalte eigenständig anwenden könnten. Die Zuversicht der Probanden lässt sich wesentlich darauf zurückführen, dass auch in dieser Lerneinheit wieder fast alle Lerntypen (siehe Abschnitt 2.2) angesprochen wurden.

Ein genauer Vergleich beider Lerneinheiten ist in den Ergebnissen der an die Probanden gerichteten Vergleichsfragen reflektiert. Lerneinheit II weist eine deutlich höhere Verständlichkeit auf und wirkt besser strukturiert. Hierdurch konnte einigen Probanden der Zugang zu diesem Inhalt erleichtert werden. Dennoch wurde Lerneinheit I insgesamt nicht schlecht bewertet. Die in sich sehr verschiedenen Lerneinheiten haben jeweils auf andere Zielgruppen unter den Probanden ansprechender gewirkt. Da beide Lerneinheiten von keiner einzigen Testperson abgelehnt wurden, werden beide Konzepte als geeignet betrachtet, um für einen realen Einführungskurs angepasst und verwendet zu werden. Die Einheiten können sowohl unabhängig als auch sequenziell miteinander kombiniert werden, um verschiedene Bereiche der Computervisualistik gezielt zu behandeln.

6 Fachlicher Diskurs

Im Anschluss an die ersten beiden Auswertungen für die Konzeptionierung und prototypische Umsetzung des Einführungskurses wurde ein weiterer Evaluationsschritt durchgeführt. Hierzu wurden Alumni des Studiengangs der Computervisualistik oder Studierende, die ein höheres Semester des Bachelorstudiums oder das Masterstudium erreicht haben, befragt. Im Rahmen der Befragung wurde den Studierenden das Konzept erläutert und anschließend inhaltlich diskutiert. Das Ziel der Auseinandersetzung war, herauszufinden, ob und inwiefern ein Einführungskurs dieser Art beim Einstieg in den Studiengang hilfreich sein kann und welchen sonstigen Mehrwert er bieten kann. Der Austausch wurde gezielt mit Studierenden höherer Semester und Alumni gesucht, da diese Personen aus eigener Erfahrung bewerten können, welche spezifischen Studieninhalte Hürden dargestellt haben, welche Themenbereiche zu Beginn des Studiums besonders interessant und motivierend sind. Daraus sollen Informationen gezogen werden, wie ein Einführungskurs gezielt eingesetzt werden kann, um den Einstieg in das Studium zu erleichtern und auf die weiteren Veranstaltungen vorzubereiten. Im Gespräch sollten sowohl die vorgestellten Konzepte beurteilt werden als auch Anregungen für die Gestaltung weiterer Inhalte und der Präsentation gesammelt werden.

Diese Evaluation bestand im Gegensatz zu den ersten beiden Erhebungen aus einem persönlichen Gespräch. Diese Form der Evaluation wurde gewählt, da der Fokus der Untersuchung auf dem Sammeln von Ideen und Verbesserungsvorschlägen lag. Während ein vorgefertigter Fragebogen besonders der gezielten Erhebung von Fakten und vorhersehbarer Ergebnisvarianten dient, können im direkten Gespräch Aspekte berücksichtigt werden, die in einem Fragebogen aufgrund des im voraus erarbeiteten und damit begrenzten Fragenspektrums nur schwer abzudecken sind. Speziell der kreative Austausch eigener Erfahrungen sollte im Dialog möglichst viele Ideen zur Verbesserung und Erweiterung des Konzepts herausarbeiten und gegebenenfalls Aspekte betrachten, die in der bisherigen Evaluation nicht näher behandelt wurden.

Im Gespräch wurde dem Probanden zunächst das gesamte Konzept erklärt. Hierzu wurden die prototypischen Videovorlesungen beider Lerneinheiten vorgeführt, gefolgt von einigen Erläuterungen über die Inhalte, die in den vollständigen Vorlesungen speziell behandelt werden sollen und wie die durchgeführten Evaluationen abgelaufen sind. Anschließend wurden den Probanden einleitende Fragen gestellt, in Folge derer auf das Konzept eingegangen und dessen Umsetzung in Hinblick auf die Anforderungen diskutiert wurde.

Anhand der folgenden Leitfragen sollte ein offenes Gespräch zur Ideen- und Verbesserungssammlung initiiert werden:

- Wurden die Anforderungen erfüllt?
- Wie sollte das Konzept optimalerweise umgesetzt werden? (beispielsweise als reine Vorlesung, als Vorlesung mit begleitender Übung, ...)

- Würden Sie etwas an den Lerneinheiten ändern? Wenn ja, was genau?
- Welche Themen, die in einem Einführungskurs behandelt werden könnten, empfinden Sie generell als besonders wichtig?
- Hätte Ihnen eine Veranstaltung dieser Art einen Mehrwert gebracht?
- Wecken die Lerneinheiten Interesse am weiteren Verlauf des CV Studiums?
- Würde Ihre Motivation am weiteren Studium durch die Vorlesung gesteigert werden?
- Was hätte Ihnen, zusätzlich zu dieser Vorlesung, noch etwas gebracht?
- Umfang der Programmieranteile und Art der Anwendung: Gemeinsames programmieren? Verzicht auf Programmierung in der Einführung?

Abschließend wurden die Probanden um eine abschließende, generelle Meinungsäußerung zu dem CV-Einführungskurs gebeten.

6.1 Auswertung

Für diese Evaluation wurden sechs Personen befragt. Von diesen sechs waren vier Alumni der CV. Ein Proband befindet sich in der Endphase seines Bachelors und eine Person hat das Bachelorstudium in höherem Semester abgebrochen. Die Alumni haben ihren Abschluss in Computervisualistik seit zwei bis elf Jahren. Damit wurde ein diverses Erfahrungsspektrum abgedeckt werden, einschließlich der Veränderungen des Computervisualistik Studiengangs über die letzten Jahre hinweg. Dieser Abschnitt soll die Erkenntnisse aus den Gesprächen festhalten.

Obwohl zwischen den Abschlüssen der Personen viel Zeit lag, waren sich alle einig, dass ein solcher Einführungskurs ihnen einen Mehrwert geliefert hätte. Es wurde besonders hervorgehoben, dass das Wissen über die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten der CV in den ersten Semestern einen großen Wert für das Verständnis und die Motivation der Studierenden beitragen würde. Des Weiteren ist es förderlich, den direkten Zusammenhang zwischen Programmcode und der eigentlichen Lerneinheit zu sehen. Zugleich ist es gut, die Studierenden zu Anfang erstmal an die Hand zu nehmen und vieles per Drag & Drop Verfahren zu verdeutlichen, damit sie unmittelbar Ergebnisse sehen und nicht potenziell überfordert werden. Aus diesem Grund sahen alle Befragten *Unity* als geeignetes Werkzeug für einen Einführungskurs an. Ein Defizit in den ersten Semestern des CV Studiums ist, dass häufig keine visuellen Zusammenhänge abgebildet werden. Oft wird nur Programmcode generiert und in manchen Fällen in der Ausgabe ein Ergebnis angezeigt. Die vorgestellte Methode soll in einem Einführungskurs dieses Defizit ausgleichen. Durch diesen Ansatz können die Studierenden von Beginn an neben dem Theorieunterricht selbst auf spielerische Weise praktische Erfahrungen sammeln.

Die Einführungsveranstaltung sollte zu mehr Transparenz zwischen der Computervisualistik und den anderen Veranstaltungen führen und einen „roten Faden“ durch das Studium erzeugen. Das soll durch Verknüpfungen von Computergrafikthemen und anderen Veranstaltungen im Studium erreicht werden. Beispielsweise sollen die Zusammenhänge zwischen der gelehrten Mathematik und der Computergrafik den Studierenden verdeutlicht werden. Eine Verknüpfung dieser Art hätte vielen der Befragten einen Mehrwert geliefert, da sie angaben, dass ihnen ein solcher Einführungskurs sicherlich Spaß gemacht und ihnen den Anfang des Studiums als Ausgleich neben den sonst eher trockenen Inhalten sehr erleichtert hätte. Außerdem kann bei den Studierenden durch ein größeres Bewusstsein für die Zusammenhänge vermieden werden, dass die Sinnhaftigkeit oder der spätere Nutzen von manchen Veranstaltungen in Frage gestellt wird. Erfahrungsgemäß steigt die Motivation und das Interesse für theoretische Inhalte, wenn die Studierenden eine klare Vorstellung davon haben, in welchen Bereichen das Wissen konkret Anwendung findet. Zudem wurde angegeben, dass ein solcher Einführungskurs geholfen hätte, sich selbstständig mit einer *Game Engine* und der Szenen- und Spieleentwicklung zu befassen, da solche Themen zuvor eher „mysteriös“ und unzugänglich gewesen seien.

Das Konzept wurde von den Probanden als gut erachtet und keiner von ihnen hatte einen konkreten Änderungsvorschlag. Die Idee, zunächst zweidimensionale Inhalte zu erstellen, um den Studierenden verschiedene Grundlagen der Entwicklung in *Unity* näher zu bringen, und anschließend in den dreidimensionalen Raum zu wechseln, erhielt Bestätigung. Der zweidimensionale Raum erleichtert den Zugang aufgrund geringerer Komplexität, während verschiedene Themen der Computergrafik drei Dimensionen voraussetzen oder darin besser veranschaulicht werden können. Alle Probanden gaben an, dass der im Konzept vorgestellte Einführungskurs ihre Motivation für das weitere Studium hätte steigern können.

Dass die Lerneinheiten gezielt kreative Gestaltungsmöglichkeiten aufweisen und die Studierenden dazu anregen sollen, eigene Ideen umzusetzen, fand bei allen Befragten Zuspruch. Auch die Methode spielerischen Lernens, um Konzepte der Computergrafik den Studierenden näher zu bringen, wurde als sehr guter Ansatz gelobt.

Zu Beginn des Einführungskurses sollte nach Aussage einiger Probanden Zeit eingeräumt werden, in der mit den Studierenden gemeinsam die Entwicklungsumgebung eingerichtet wird oder sie bei Bedarf Unterstützung bei der selbstständigen Einrichtung erhalten. Außerdem sollte der Lehrende die Kursteilnehmer von Anfang an für das weitere Studium motivieren. Während der Lerneinheiten sollten regelmäßig Ausblicke gegeben werden, um zu veranschaulichen, welche Inhalte in welchen Veranstaltungen später vertiefend behandelt werden.

Die Umsetzung des Einführungskurses sollte auf jeden Fall eine Übung beinhalten. Die Befragten bestätigten die Notwendigkeit, dass die Studierenden möglichst viele Inhalte selbst nacharbeiten. Eine bestmögliche Aufteilung zwischen Vorlesung und Übung bei den sechs Veranstaltungen konnte jedoch nicht festgehalten werden. Hierzu müsste zunächst definiert werden, ob in der Vorlesung auch

direkt mit entwickelt und programmiert wird oder ob die Studierenden dort ausschließlich dem Dozenten folgen. Übung und Vorlesung müssen in jedem Fall eng miteinander verzahnt sein, damit die Inhalte verinnerlicht werden und möglicher Zurückhaltung vor der praktischen Anwendung entgegengewirkt wird. Auch waren sich alle Probanden einig, dass den Studierenden kein Code vorenthalten werden sollte, da die Computervisualistik ein Informatikstudiengang ist und den Studierenden direkt von Anfang an die Notwendigkeit der Programmierung verdeutlicht werden sollte. Der Ansatz, durch kleine Aufgaben den bestehenden Code zu verändern, wurde von mehreren Probanden begrüßt. Als Beispiele wurden hier genannt, dass die Studierenden bei Lerneinheit I den Punktwert jeder gefangenen Teekanne zu verändern oder die Steuerung mit den Pfeiltasten zu invertieren. Die Studierenden sollten durch den Einführungskurs ein Gefühl für Abfragen und Schleifen sowie eine grundlegende Vorstellung von Algorithmen entwickeln. Um ein besseres Code-Verständnis aufbauen zu können, könnte der Code mittels *Debug*-Modus durchlaufen werden, um die Auswirkungen im Spiel zeilenweise zu veranschaulichen. Wichtig wäre hinsichtlich des Programmcodes auch, dass die Befehle nicht nur visuell veranschaulicht, sondern auch natürlichsprachlich erklärt werden.

Wünschenswert wäre es zwei Probanden zufolge, dass am Ende der vier Veranstaltungsblöcke ein Abschnitt erfolgt, den alle vier Dozenten gemeinsam halten, mit dem Fokus, den Studierenden zu Beginn des Studiums einmal komprimiert die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Schwerpunkten verständlich darzustellen.

Eine weitere Idee war, einen auf den Lerneinheiten aufbauenden Kurs in der vorlesungsfreien Zeit anzubieten, in dem die Studierenden unter Aufsicht die Lerneinheiten weiterentwickeln können oder ein größeres Projekt umgesetzt wird. Damit könnte die im Einführungskurs geschaffene Motivation weiter aufrecht erhalten und gesteigert werden.

Die Anforderungen an den Inhalt der Lerneinheiten wurden gut gewählt und umfassen den Probanden zufolge die wichtigsten Inhalte. Als weitergehende Themen wurden von einigen Personen Szenegraphen, Sortieralgorithmen und Hierarchien genannt. Der wichtigste von allen Probanden aufgebrachte Punkt war, die Mathematik mit den Lerneinheiten in Zusammenhang zu bringen. Das Thema sollte so konkret wie möglich behandelt werden, aber stets mit Anwendung der *Game Engine* für ein besseres Verständnis verknüpft bleiben. Des Weiteren wurden Beleuchtung und Texturierung als sehr ansprechende Themenbereiche genannt, an denen mit einfachen Mitteln ein deutlicher Effekt vorgeführt werden kann. Den generellen Anforderungen an die Gestaltung des Einführungskurses und an *Unity* wurde ebenfalls zugestimmt.

Abschließend lässt sich sagen, dass die Evaluation sehr positiv ausgefallen ist und es definitiv eine gute Entscheidung war einen solchen Einführungskurs in den Lehrplan der Computervisualistik zu integrieren. Die beiden Lerneinheiten, bieten basierend auf den gestellten Anforderungen, eine gute Grundlage für einen solchen Kurs.

7 Fazit

Die Evaluationen haben hervorgebracht, dass die entwickelten Konzepte eine gute Grundlage für einen tatsächlichen Einführungskurs in die Computervisualistik bieten können. Das grundlegende Ziel der Arbeit wurde somit erreicht.

Generell lässt sich festhalten, dass ein Kurs, welcher die üblichen Veranstaltungen der ersten Semester mit den Schwerpunkten der Computervisualistik in Bezug bringt, ein sehr wertvoller Ansatz ist. Ein Angebot dieser Art fehlt im Studienplan derzeit vollständig. Viele Studierende würden einen Mehrwert aus einer solchen Veranstaltung ziehen können, die ihnen beispielsweise die Zusammenhänge der Computergrafik mit der Mathematik direkt zu Beginn des Studiums nachvollziehbar veranschaulicht. Um solch komplexe Themen zu erklären, sind gezielt visuell unterstützte Präsentationen sehr gut geeignet, wie an einem wesentlichen Teil der Ergebnisse dieser Arbeit zu erkennen ist. Mit der visuellen und einfachen Oberfläche hat sich *Unity* als ein sehr effektives Werkzeug zur Unterstützung der Vorlesung erwiesen.

Die an den Kursinhalt gestellten Anforderungen können mit den beiden entwickelten Lerneinheiten abgedeckt und beliebig durch andere Themen (beispielsweise Szenengraphen) erweitert werden. Die Anforderung an *Unity* wurde eingehalten und auch die Anforderungen an die Gestaltung des Kurses wurden größtenteils in den Vorlesungsvideos erfüllt. Die Konsistenz und Kreativität konnten in beiden Lerneinheiten erreicht oder gefördert werden. In den Bereichen Klarheit, Verständlichkeit und Kürze konnte noch ein gewisses Verbesserungspotenzial aufgezeigt werden. Dennoch wurden die lebendige Präsentation und die Attraktivität der Inhalte sehr positiv bewertet. Alle Probanden gaben an, dass sie Spaß an den Lerneinheiten hatten und dass beide die Erwartungen an einen Einführungskurs in die Computervisualistik erfüllt haben. Die positiven Rückmeldungen hinsichtlich Spaßfaktor und Erwartungen bieten einen wesentlichen Indikator dafür, dass die Lerneinheiten eine motivierende Wirkung auf die Testpersonen hatten. Insbesondere zu erkennen war dieser Zusammenhang an dem Wunsch der meisten Probanden, das Spiel und die Szene noch weiter zu entwickeln.

Bei beiden Lerneinheiten kann davon ausgegangen werden, dass die meisten Lerntypen von Frederic Vester angesprochen und auch nahezu 90% der Inhalte von den Probanden verinnerlicht wurden. Diese Annahme ist darauf gestützt, dass die Testpersonen die Inhalte gehört, gesehen und sogar selbst erarbeitet haben. Durch die visuelle Präsentation der Inhalte sollten insbesondere die Konzentration und die Aufmerksamkeit gesteigert werden. Ein Erreichen solch guter Werte wirkt durchaus wahrscheinlich und wird durch die Angabe der Probanden, die vermittelten Inhalte nun selbstständig anwenden und umsetzen zu können, unterstützt.

Abschließend lässt sich sagen, dass beide Lerneinheiten sowohl unabhängig voneinander verwendet als auch sequentiell miteinander kombiniert werden können, um die verschiedenen Bereiche der CV gezielt abzudecken. Die hier angewendete Strukturierung, im 2D-Kontext zu beginnen und anschließend auf die Gegebenheiten im 3D überzuleiten, hat sich erfolgreich bewährt und sollte gleicher-

maßen im vollständigen Einführungskurs anwendbar sein.

7.1 Ausblick

Um aus beiden Lerneinheiten einen vollwertigen Einführungskurs abzuleiten, müssen noch einige Kleinigkeiten angepasst werden. Es gilt besonders zu beachten, die Inhalte klar und verständlich zu gestalten, aber sich nicht in zu ausführlichen Erklärungen zu verlieren. Es sollte möglichst vermieden werden, dass die Aufmerksamkeit der Studierenden durch übermäßig detaillierte Erklärungen abgeschwächt wird. Bei dieser Anforderung muss das geeignete Mittelmaß gefunden werden.

Des Weiteren wäre es eine gute Idee kleinere Pausen zwischen thematisch in sich geschlossenen Abschnitten zu machen, um die Studierenden zur Reflexion der Inhalte anzuregen. Der Lehrende ist angehalten, sich an die in dieser Arbeit aufgeführten Anforderungen zu halten, um die bestehende Motivation der Studierenden optimal zu nutzen und weiter zu steigern. Die Motivation der Studierenden kann auch durch kleinere Aufgaben in den Lerneinheiten gezielt angesprochen werden. Kleine Erfolgserlebnisse und freies, kreatives Ausprobieren steigern die Motivation und können auch über den Rahmen der Veranstaltung hinaus Eigeninitiative anregen.

Bei der Adaption des vorliegenden Konzepts zu einem vollständigen Einführungskurs gilt es unbedingt darauf zu achten, dass die Veranstaltung nicht als reine Vorlesung gestaltet wird. In diesem Fall würde der vorgesehene Lernprozess der Studierenden, bestehend aus audiovisueller Aufnahme gepaart mit eigenständiger Erarbeitung der Inhalte, eingeschränkt und somit ein wesentlicher Teil der angestrebten Wirkung verfehlt. Es empfiehlt sich vielmehr, eine Mischung aus Vorlesungen und Übungen zu etablieren. Die Aufteilung in Vorlesung und Übung muss nicht gleich verteilt sein. Grundsätzlich sollte großen Wert auf die praktische, interaktive Anwendung gelegt werden, sodass eine Übung aus einer Kombination von Vorlesung und praktischer Anleitung der Studierenden während der Umsetzung der Inhalte bestehen könnte. In der Zukunft könnte überlegt werden, im Wintersemester 2018 die Vorlesungen und Übungen aufzuzeichnen, um sie in den weiteren Semestern den Studierenden online zur Verfügung zu stellen. Auf diese Weise könnte der Einführungskurs in späteren Semestern auch per E-Learning angeboten werden.

Es sollte davon ausgegangen werden, dass sich bei einem Einführungskurs die hier festgestellte Begeisterung nicht durch den gesamten Kurs in gleichem Maße aufrecht erhalten wird. Diese Annahme basiert unter anderem auf der generellen Neigung des Menschen, sich kurzzeitig stärker für neue Interessensgebiete zu begeistern. Über Zeit geht dieses Interesse in den meisten Fällen wieder auf natürliche Weise etwas zurück. Insbesondere könnte der Spaß auch gemindert werden, sobald vermehrt komplexere Themen behandelt werden. Der untersuchte Anfang der beiden Lerneinheiten bewegte sich noch auf einem vergleichsweise niedrigen Komplexitätslevel und bot somit eine relativ leichte Unterhaltung. Außerdem waren in den Lerneinheiten noch keine Programmieranteile enthalten, die erfahrungsgemäß

für einige Studierende ebenfalls als Hürde betrachtet werden können.

Eine weitere Idee wäre es nach dem Einführungskurs in der vorlesungsfreien Zeit einen Kurs anzubieten, um die erlernten Inhalte zu vertiefen und mit den Studierenden ein etwas größeres Projekt zu verwirklichen. Dafür werden natürlich Ressourcen benötigt. Die Investition könnte sich jedoch auszahlen, indem die geschaffene Motivation durch den Einführungskurs weiter erhalten und noch gefördert würde, während im Semester weiterhin vorwiegend theoretische Kurse angeboten werden.

Es wäre zudem wünschenswert, wenn am Ende der gesamten Einführungsveranstaltung ein kurzer Abschnitt von allen vier Dozenten gemeinsam gehalten würde, um die Zusammenhänge der einzelnen Schwerpunkte aufzuzeigen. So würden nicht nur die Themen im Bezug auf die Computervisualistik verdeutlicht, sondern auch ihr Zusammenspiel noch einmal in den Mittelpunkt gerückt.

Die beiden Lerneinheiten bieten nicht nur eine gute Grundlage, um Schwerpunkte der Computergrafik zu behandeln. Auch für andere Themengebiete könnte *Unity* als Unterstützung eingesetzt werden. So könnten etwa verschiedene Konzepte von grafischen Benutzeroberflächen für die Mensch-Maschine-Kommunikation in *Unity* verdeutlicht werden. Es wäre auch denkbar, grundlegende Filter aus der Bildverarbeitung in *Unity* zu implementieren und in den gleichen Szenen aus der Computergrafik-Vorlesung darzustellen. Auf diese Weise könnte das Zusammenspiel der verschiedenen Schwerpunkte besonders schön veranschaulicht werden und zugleich ein konsistentes und wiederkehrendes Element über die verteilten Veranstaltungen hinweg etabliert werden.

Anhang

Auf den nächsten Seiten sind die Fragebögen zu Lerneinheit I und II abgebildet.

Fragebogen zur Masterarbeit „Konzeption und Prototypisierung eines Einführungskurses in die CV mit Schwerpunkt Unity“ Lerneinheit I

Bewertung des Gesamteindrucks

Die Lerneinheit ist in verschiedene Videoabschnitte eingeteilt. Bitte machen Sie sich nach jedem Video kurz Gedanken, ob Sie alles verstanden haben. Wenn dies nicht der Fall ist oder Sie offene Fragen haben, notieren Sie diese bitte hinter dem jeweiligen Punkt.

1. Einführung – Physik:

2. Vorstellung – Fertiges Spiel:

3. Erstellung – Neues Spiel:

4. Erstellung – Spielercharakter I:

5. Erstellung – Spielercharakter II:

6. Erstellung – Hintergrund:

7. Weitere Anpassungen – Hintergrund:

8. Implementierung – Hutbewegung:

Persönliches

1. Wie alt sind Sie?

2. Hatten Sie in der Oberstufe Informatik als Schulfach?

Ja

Nein

Wenn nein, sind Sie vertraut mit Programmierung?

Ja

Nein

Bitte Zutreffendes ankreuzen!

Inwiefern stimmen Sie folgenden Aussagen zu?

Stimme nicht zu. ———— Stimme zu.

1. Die Lerneinheit hat mir Spaß gemacht.

————

2. Die Erklärungen waren auf den Punkt gebracht.

————

3. Ich würde gerne das Spiel fertig programmieren.

————

4. Das Tempo empfand ich als angemessen.

————

5. Ich empfand die Lerneinheit als langweilig.

————

6. Die Inhalte waren für mich klar und verständlich.

————

7. Ich könnte die erlernten Inhalte nun selbst anwenden.

————

8. Meine Erwartung an eine CV-Einführung wurde erfüllt.

————

9. Die Dauer der Lerneinheit war, bezogen auf den Inhalt, angemessen.

————

Fragen zur der Lerneinheit

1. An manchen Stellen hatte ich offene Fragen.

Ja

Nein

Wenn ja, welche? _____

2. Ich hätte gerne mehr Hintergrundinformationen zu Unity erhalten.

Ja

Nein

Wenn ja, welche? _____

3. Ich hätte gerne mehr Informationen zu den einzelnen Komponenten erhalten.

Ja

Nein

4. Es war ein „roter Faden“ im Aufbau der Lerneinheit erkennbar.

Ja

Nein

5. Sonstige Kommentare: _____

Gesamteindruck der Lerneinheit

In Schulnoten (1 = sehr gut, 6 = ungenügend)

1. Welche Gesamtnote würden Sie der Lerneinheit geben? _____

2. Haben Sie für sich einen Mehrwert aus der Lerneinheit gezogen? _____

3. Würden Sie die Lerneinheit weiterempfehlen? _____

Fragebogen zur Masterarbeit „Konzeption und Prototypisierung eines Einführungskurses in die CV mit Schwerpunkt Unity“ Lerneinheit II

Bewertung des Gesamteindrucks

Die Lerneinheit ist in verschiedene Videoabschnitte eingeteilt. Bitte machen Sie sich nach jedem Video kurz Gedanken, ob Sie alles verstanden haben. Wenn dies nicht der Fall ist oder Sie offene Fragen haben, notieren Sie diese bitte hinter dem jeweiligen Punkt.

1. Einführung:

2. Objekterstellung – Untergrund:

3. Objekterstellung – Wände:

4. Texturierung – Untergrund:

5. Texturierung – Wände:

6. Objekterstellung und Texturierung – Durchgang und Boden:

7. Egoperspektive:

Bitte Zutreffendes ankreuzen!

Inwiefern stimmen Sie folgenden Aussagen zu?

Stimme nicht zu. ———— Stimme zu.

1. Die Lerneinheit hat mir Spaß gemacht.	<input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/>
2. Die Erklärungen waren auf den Punkt gebracht.	<input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/>
3. Ich würde gerne die Szene weiterentwickeln.	<input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/>
4. Das Tempo empfand ich als angemessen.	<input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/>
5. Ich empfand die Lerneinheit als langweilig.	<input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/>
6. Die Inhalte waren für mich klar und verständlich.	<input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/>
7. Ich könnte die erlernten Inhalte nun selbst anwenden.	<input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/>
8. Meine Erwartungen wurden erfüllt.	<input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/>
9. Die Dauer der Lerneinheit war, bezogen auf den Inhalt, angemessen.	<input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/>

Fragen zu der Lerneinheit

1. An manchen Stellen hatte ich offene Fragen. <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Wenn ja, welche? _____
2. Ich hätte gerne mehr Informationen zu den einzelnen Komponenten erhalten. <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
3. Es war ein „roter Faden“ im Aufbau der Lerneinheit erkennbar. <input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
4. Sonstige Kommentare: _____

Gesamteindruck der Lerneinheit

In Schulnoten (1 = sehr gut, 6 = ungenügend)

1. Welche Gesamtnote würden Sie der Lerneinheit geben? _____
2. Haben Sie für sich einen Mehrwert aus der Lerneinheit gezogen? _____
3. Würden Sie die Lerneinheit weiterempfehlen? _____

Vergleich beider Lerneinheiten

Lerneinheit I ———— Lerneinheit II

1. Welche Lerneinheit fanden Sie ansprechender?	<input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/>
2. Welche Lerneinheit fanden Sie verständlicher?	<input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/>
3. Welche Lerneinheit fanden Sie besser strukturiert?	<input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/>
4. In welcher der Lerneinheiten haben Sie leichter einen Zugang zu den vermittelten Inhalten gefunden?	<input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/>
5. In welcher der Lerneinheiten haben Sie die Erstellung der Inhalte als zufriedenstellender empfunden?	<input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/> — <input type="checkbox"/>

Literatur

- [Chi15] CHITTESH, Jashan: *Das Unity-Buch : 2D- und 3D-Spiele entwickeln mit Unity 5*. 1. Aufl. Heidelberg, 2015
- [Did] <https://wb-web.de/wissen/lehren-lernen/didaktik-der-erwachsenenbildung.html>;
10.02.2018, 23:15.
- [dre] https://arbowis.ch/images/illustrationen/didaktische/did_3eck_2.jpg;
10.02.2018, 22:57, verändert.
- [gama] <http://www.deluge.co/?q=what-is-a-game-engine>;
07.02.2018, 18:04.
- [gamb] <https://www.pluralsight.com/blog/film-games/unity-udk-cryengine-game-engine-choose>;
07.02.2018, 18:27.
- [Gamc] <https://docs.unity3d.com/Manual/class-GameObject.html>;
02.02.2018, 17:41.
- [Gamd] <https://docs.unity3d.com/Manual/GameObjects.html>;
02.02.2018, 18:22.
- [Hat] <https://assetstore.unity.com/packages/templates/hat-trick-the-catch-game-80408>;
12.02.2018, 19:16.
- [Leh92] LEHNER, Martin: *Phantastische Lernwelt : vom "Wissensvermittlerßum "Lernhelfer"; Anregungen für die Seminar-Praxis; eine Ideensammlung für Dozenten, Trainer und Lehrer in der Weiterbildung*. Weinheim, 1992
- [Neu95] NEULAND, Michéle: *Neuland-Moderation*. Eichenzell, 1995
- [SW17] SEIFERT, Carsten ; WISLAUG, Jan: *Spiele entwickeln mit Unity 5 : 2D- und 3D-Games mit Unity und C# für Desktop, Web & Mobile*. 3., aktualisierte Auflage. München, 2017
- [Tea] <https://batchloaf.files.wordpress.com/2014/03/teapot.png>;
12.02.2018, 19:16, verändert.
- [The17] THEIS, Thomas: *Einstieg in Unity*. 1. Auflage. Bonn, 2017

- [unia] <http://click-labs.com/8-reasons-unity-game-engine-best/>;
07.02.2018, 22:23.
- [unib] <http://www.informit.com/articles/article.aspx?p=2031153>;
07.02.2018, 22:45.
- [unic] <https://www.innovecs.com/ideas-portfolio/why-unity-is-your-choice-games-development/>;
07.02.2018, 23:11.
- [Ves75] VESTER, Frederic: *Denken, Lernen, Vergessen: was geht in unserem Kopf vor, wie lernt das Gehirn, und wann läßt es uns im Stich?* 1975 (Dtv-Taschenbücher)
- [Wec12] WECHSELBERGER, Ulrich: *Game-based Learning zwischen Spiel und Ernst. Das Informations- und Motivationspotenzial von Lernspielen aus handlungstheoretischer Perspektive.* München, 2012