

Masterarbeit zum Thema:

Einfluss von Licht und Farbe auf die Emotionen von Spieler*innen in stilisierten 3D-Spielwelten

Vorgelegt am 12. September 2025

Von: Annabel Brand

Matrikelnummer: XXXXXXXXXX

Erstprüferin: Prof. Anke Günther

Zweitprüferin: Mareike Ottrand

Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg

Fakultät Design, Medien und Information

Studiengang: Zeitabhängige Medien / Sound – Vision – Games

Teilstudiengang: Games

Zusammenfassung

Videospiele sind weit mehr als bloßer Zeitvertreib – sie lösen alle möglichen Emotionen in uns aus. Und das nicht nur beim Erzählen von Geschichten, sondern auch beim simplen Anblick einer Spielszene. Die folgende Masterarbeit untersucht den Zusammenhang zwischen Licht und Farbe in stilisierten Videospieldwelten und die dadurch ausgelösten emotionalen Reaktionen der Spieler*innen. Dazu wurden fünf verschiedene Lichtszenarien in der Unreal Engine 5 entwickelt und insgesamt 60 Proband*innen zu ihrer Gefühlswahrnehmung der jeweiligen Szenen befragt. Die Erhebung konzentriert sich dabei auf quantitative Fragen zur emotionalen Assoziation und geht zusätzlich auf offene Kommentare ein. Die Ergebnisse zeigen dabei, dass bestimmte Licht- und Farbkombinationen wiederkehrende Muster in unserer Wahrnehmung hervorrufen, wobei individuelle Unterschiede, wie beispielsweise Erinnerungen oder persönliche Präferenzen, ebenfalls eine Rolle spielen. Auch die Reihenfolge der gezeigten Szenen scheint Auswirkungen auf die Gefühlswahrnehmung der Spieler*innen zu haben. Diese Erkenntnisse liefern wertvolle Hinweise für den gestalterischen Einsatz von Licht und Farbe im Gamedesign, besonders in Bezug auf Zielgruppe, Erwartungshaltung und Dramaturgie in Spielen.

Abstract

Video games are far more than mere pastimes – they evoke all kinds of emotions in us. And this occurs not only through storytelling but already at the mere sight of a game scene. This master's thesis investigates the relationship between lighting and color in stylized video game worlds and the resulting emotional responses of players. Five different lighting scenarios were developed in Unreal Engine 5, and a total of 60 participants were asked about their emotional perception of each scene. The study focuses on quantitative measures of emotional association and also considers open-ended comments. The results indicate that certain combinations of lighting and color evoke recurring patterns in perception, while individual differences, such as personal memories or preferences, also play a role. The order in which the scenes were presented also appears to influence players' emotional responses. These findings provide valuable insights for the design use of lighting and color in game development, particularly with regard to target audience, expectations, and narrative dramaturgy in games.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
2. Theoretischer Hintergrund.....	2
2.1. Wissenschaftliche Grundlagen von Licht und Farbe.....	3
2.1.1 Wellenlängen und Farbwirkung von Licht.....	3
2.1.2. Trichromatische Farbwahrnehmung und Farbstörung.....	6
2.2. Licht und Schatten.....	8
2.2.1. Lichtquellen und Lichtstreuung.....	9
2.2.2. Schattenbildung.....	12
2.3 Psychologische Wirkung von Licht und Farbe.....	13
2.3.1 Farbassoziationen und emotionale Bedeutung.....	13
2.3.2 Einfluss von Licht und Schatten auf die Wahrnehmung.....	17
2.4 Licht und Farbe in Medien und Videospielen.....	18
2.4.1 Gestalterische Funktion von Licht und Farbe im Game Design.....	19
2.4.2 Technologische Herausforderungen für Lighting Artists.....	22
2.4.3 Analyse erfolgreicher Beispiele aus Spielen.....	24
3. Methodik und Studiendesign.....	27
3.1. Hypothesen.....	28
3.2. Gestaltung der 3D Szene.....	29
3.3. Umsetzung der Licht- und Farbstimmungen.....	30
3.4. Studiendesign & Datenerhebungsmethoden.....	34
3.5 Auswahl der Teilnehmer*innen und Ablauf der Studie.....	36
4. Ergebnisse und Diskussion.....	38
4.1. Auswertung der Daten und Darstellung der Ergebnisse.....	38
4.2. Interpretation der Ergebnisse.....	49
4.3 Implikationen für die Spieleentwicklung.....	51
5. Fazit und Ausblick.....	53
5.1 Zusammenfassung wichtigster Ergebnisse und Grenzen der Studie.....	53
5.2. Offene Fragen und zukünftige Forschungsperspektiven.....	55
6. Literaturverzeichnis.....	56
7. Abbildungsverzeichnis.....	60
8. Digitaler Anhang.....	61
9. Anhang.....	62
10. Eigenständigkeitserklärung.....	66

Sprachlicher Hinweis

Zur besseren Lesbarkeit und Einheitlichkeit wird in der folgenden Masterthesis auf gendergerechte Sprache geachtet und daher das Gendersternchen verwendet (zB. Proband*innen, Spieler*innen). Englischsprachige Fachbegriffe, sowie Titel von Videospiele werden zur Hervorhebung kursiv gesetzt. Ebenso werden im Ergebnis-Teil einzelne Wörter, die aus wörtlichen Aussagen von Teilnehmer*innen übernommen wurden, kursiv dargestellt. Eigene Bezeichnungen von Lichtszenarien in Abbildungen werden in Anführungszeichen gesetzt (z. B. „fröhlich und hell“).

1. Einleitung

„Light and color are powerful tools in video game art, subtly guiding players' emotions and shaping their interactions within a virtual world.“ (SolarSKI, 2017, S. 142)

Die Gestaltung atmosphärischer Spielwelten ist ein wichtiger Bestandteil unserer modernen Videospielementwicklung. Dabei tragen insbesondere Licht- und Farbgebung maßgeblich zur Gefühlswahrnehmung der Spieler*innen bei. Der gezielte Einsatz von Licht und Farbe kann dabei emotionale Reaktionen hervorrufen, das Eintauchen in die Spielwelt intensivieren und die Erzählung eines Videospiele subtil unterstützen. Dadurch ist der Einfluss visueller Gestaltungselemente auf die Wahrnehmung nicht nur ein Thema in der Farbpsychologie und Lichtwahrnehmung, sondern spielt mittlerweile auch in der Videospielebranche eine bedeutende Rolle. Mit der kontinuierlichen Entwicklung von *Game Engines*, die immer realistischer und technisch anspruchsvoller werden, wächst auch die Erwartungshaltung der Spielerschaft an die *Developer*, qualitativ hochwertiges Licht zu erzeugen, wodurch das Thema immer relevanter wird. In diesem Kontext hat sich der Beruf des *Lighting Artists* zu einer entscheidenden Rolle entwickelt, insbesondere bei Spielen mit hohen ästhetischen und emotionalen Ansprüchen. Diese Fachleute sind dafür verantwortlich, Lichtstimmungen zu kreieren, die nicht nur visuell ansprechend sind, sondern auch die Spieler*innen in die virtuelle Welt eintauchen lassen.

Bisherige Studien zur Farbpsychologie und Lichtwahrnehmung zeigen deutlich, dass verschiedene Farb- und Lichtstimmungen unterschiedliche Emotionen hervorrufen können. Während die grundlegende Annahme lautet, dass warme Farben als positiv und beruhigend und kalte Töne als negativ oder melancholisch wahrgenommen werden (Heller, 2004) , möchte ich mit dieser Arbeit tiefer in die Materie eintauchen und mich dabei spezifisch mit der Kombination von Licht und Farbe in einer stilistischen 3D Spielwelt beschäftigen. Es wird geschaut, wie sich nicht nur Farben, sondern auch das Zusammenspiel aus unterschiedlichen Lichtquellen, atmosphärischen Effekten und Schattengebungen auf die Spieler*innen auswirkt. Dabei liefert der theoretische Teil die wissenschaftliche Grundlage durch die nähere Untersuchung von physikalischen und psychologischen Eigenschaften, auf die anschließend in der selbst gestalteten 3D Szene in der Unreal Engine Bezug genommen wird. Die Wahl fiel dabei bewusst auf Unreal, da diese *Engine* durch die Lumen-Technologie, eine moderne Beleuchtungstechnik und vielfältige, dynamische Anpassungen vom Licht ermöglicht.

Darüber hinaus wird anhand dieser Szene eine Online-Umfrage durchgeführt, um die emotionale Wirkung der visuellen Licht- und Farbgestaltung auf die Spieler*innen zu analysieren. Abschließend werden diese Ergebnisse ausgewertet, analysiert und mit den vorher erarbeiteten Ergebnissen aus der Theorie verglichen.

2. Theoretischer Hintergrund

Der folgende Abschnitt beleuchtet die wissenschaftlichen Grundlagen von Licht und Farbe und gibt einen Überblick über physikalische und psychologische Aspekte. Darüber hinaus wird sowohl der Zusammenhang zwischen Farben und ihren Assoziationen als auch die Rolle von Licht und Schatten betrachtet. Zudem werden von mir konkrete Anwendungen in Videospielen untersucht, um die gestalterische Wirkung von Licht und Farbe sowie erfolgreiche Beispiele aus der Praxis zu veranschaulichen.

2.1. Wissenschaftliche Grundlagen von Licht und Farbe

Um das Thema Licht und Farbe auf den Bereich der Videospiele zu beziehen, werde ich vorerst Bezug zur allgemeinen Licht- und Farbtheorie nehmen, da die physikalischen Eigenschaften von Licht und Farbe die Grundlage für deren Wahrnehmung bilden und innerhalb *Realtime Engines* oft mit bekannten Skalen gearbeitet wird. Eine Betrachtung physikalischer sowie physiologischer Aspekte des Sehens soll im Folgenden kurz angerissen werden, um die Basis für die darauf folgenden psychologischen und gestalterischen Grundlagen zu legen.

2.1.1 Wellenlängen und Farbwirkung von Licht

Die Grundlage unserer Farbwahrnehmung bilden die Wellenlängen von Licht. Es ist physikalisch gesehen eine Form elektromagnetischer Strahlung, die sich in Wellenform ausbreitet. Der für den Menschen sichtbare Teil dieses Spektrums liegt dabei im Bereich von etwa 380 bis 780 Nanometern (nm). Je nach Wellenlänge nehmen wir Licht in verschiedenen Farben wahr: Kurze Wellenlängen (ca. 400 nm) erscheinen violett, mittlere grün und längere Wellenlängen rot (ca. 700 nm). Sichtbares Licht besteht dabei aus kleinen Partikeln purer Energie, die sogenannten Photonen. Ein gut anschauliches Beispiel dafür ist der Regenbogen, bei dem weißes Licht in seine einzelnen Farben zerlegt wird und die Wellenlängen schrittweise länger werden. Daraus entstehen die Farben Violett, Indigo, Blau, Grün, Gelb, Orange und Rot (siehe Abb. 1) (Welsch, 2012).

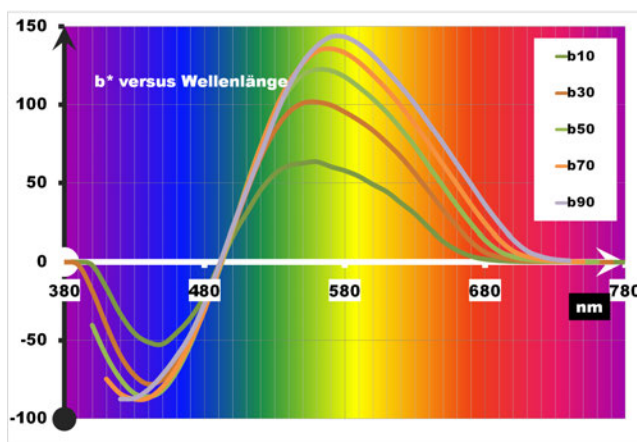


Abbildung 1: Zusammenhang zwischen spektraler Helligkeit und Wellenlänge.

Quelle: Boonekamp, 2007, CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:B_versus_Wellenl%C3%A4nge.png

Unsere Erdatmosphäre besteht aus verschiedenen Gasen, deren Atome und Moleküle in ihr verteilt sind. Photonen, die durch die Atmosphäre wandern, interagieren mit diesen Teilchen, können sie absorbieren und anschließend in eine andere Richtung wieder emittieren. Kürzere Wellenlängen, wie blau, werden dabei deutlich stärker gestreut als längere, wie beispielsweise rot. Aus diesem Grund erscheint das gestreute Licht, das aus allen Richtungen auf uns trifft, überwiegend blau. Längere Wellenlängen hingegen durchdringen die Atmosphäre weitgehend ungehindert. Bei einem Sonnenuntergang trifft das Sonnenlicht in einem flacheren Winkel auf die Erde und muss eine dickere Luftschicht durchqueren. Dabei wird ein Großteil des blauen Lichts gestreut, sodass hauptsächlich die langwelligen roten Anteile übrig bleiben. Dadurch erscheint der Himmel bei einem Sonnenuntergang rötlich (vgl. Yot, 2011, S.13-14).

Das sichtbare Spektrum bildet nur einen sehr kleinen Ausschnitt der gesamten elektromagnetischen Strahlung. Jenseits davon liegen die UV- oder Infrarotstrahlen, die für das menschliche Auge unsichtbar sind, aber dennoch eine wichtige Rolle in der Technik oder Biologie spielen. Die Wahrnehmung einer bestimmten Farbe ist nicht allein von der Wellenlänge abhängig, sondern auch vom Zusammenspiel mehrerer Lichtanteile. Weißes Licht etwa enthält das gesamte sichtbare Spektrum und kann somit nicht als einzelne Farbe definiert werden. In der Praxis sind die meisten Farben, die wir sehen, Mischfarben, die aus mehreren Wellenlängen bestehen (vgl. Yot, 2011, S.102).

In der Gestaltung von digitalen Szenen spielt das Wissen um Wellenlängen und das sichtbare Spektrum eine fundamentale Rolle. Es bildet die Grundlage für alle weiteren Überlegungen zur Farbdarstellung und Lichtsetzung – sowohl technisch, z.B. in *Shading*-Modellen oder Lichtstreuung, als auch atmosphärisch über z.B. Farbverläufe oder *Skyboxen* (Seif El-Nasr, 2007).

Um in *Game Engines* festzulegen, wie warm oder kalt ein Licht wirkt, greifen *Lighting Artists* auf den physikalischen Wert der Farbtemperatur zurück: Kelvin. Wer schon einmal eine Glühbirne ausgetauscht hat, ist diesem Begriff vermutlich schon einmal begegnet. Auf Verpackungen von Leuchtmitteln finden sich oft Angaben wie 2700 K oder 6500 K, die Auskunft darüber geben, ob das Licht eher warm-weiß oder kalt-weiß wirkt. Diese Temperaturskala mit dem Einheitenzeichen „K“ wurde vom Physiker William Thomson, besser bekannt als Lord Kelvin, eingeführt. In der Lichttechnik

beschreibt sie die Farbtemperatur – also den Farbeindruck, den eine Lichtquelle beim Menschen hervorruft. Dieser Eindruck wird durch die spektrale Verteilung des Lichts beeinflusst, also durch das Verhältnis der verschiedenen enthaltenen Wellenlängen. Niedrige Farbtemperaturen zwischen ca. 2000 und 3000 Kelvin werden als warm empfunden. Sie erzeugen ein Licht mit gelblichem bis rötlichem Ton, wie man es etwa von Kerzenlicht kennt (ca. 2000 K) (siehe Abb. 2). Höhere Farbtemperaturen zwischen etwa 5000 und 6500 Kelvin wirken dagegen „kühl“ und tendieren zu einem bläulich-weißen Licht, wie beispielsweise bei Tageslicht zur Mittagszeit. Neutrales Weiß liegt in der Mitte, bei rund 4000 Kelvin. In der Praxis dient die Farbtemperatur als wichtige Grundlage für die Lichtplanung, da sie die Atmosphäre eines Raumes sowie das visuelle Empfinden und die Leistungsfähigkeit beeinflussen kann (Ozenen, 2024).

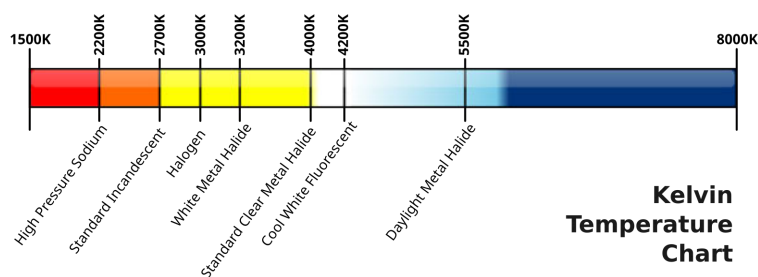


Abbildung 2: Farbtemperaturen verschiedener Lichtquellen in Kelvin.

Quelle: Mifsud26 & Vladsinger, 2009, Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0.

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kelvin_Temperature_Chart.svg

Die Farbtemperatur ist ein erster Anhaltspunkt dafür, wie Licht wahrgenommen wird, also ob es eher warm oder kühl wirkt. Doch um Lichtquellen nicht nur stilistisch, sondern auch physikalisch konsistent in Szene zu setzen, braucht es mehr als reine Farbangaben. Licht muss messbar werden, um es gezielt zu steuern, besonders im digitalen Raum, wo jede Lichtquelle exakt definiert werden kann. An dieser Stelle kommen Begriffe wie Beleuchtungsstärke, Lichtstrom und Leuchtdichte ins Spiel, die das Verhalten von Licht messbar und kontrollierbar machen. Die Beleuchtungsstärke (*Illuminance*) bezieht sich auf die Menge an Licht, die auf eine Oberfläche trifft. Sie wird üblicherweise in Lux (lx) gemessen und hängt von verschiedenen Faktoren ab – darunter der Abstand zwischen Lichtquelle und Objekt, die Reflexionseigenschaften der Oberflächen sowie die Art der verwendeten Lichtquelle. Der Lichtstrom (*Lumen*) wiederum misst die Gesamtmenge an

Licht, die eine Lichtquelle abwirft und ist damit die Basis für die Berechnung der Beleuchtungsstärke. Die Leuchtdichte (*Luminance*) beschreibt den Helligkeitseindruck, den eine bestrahlte Fläche vermittelt. Sie ist damit die einzige lichttechnische Größe, die vom Auge wahrgenommen wird. Sie wird in Candela pro Quadratmeter gemessen (cd/m^2) (Ozenen, 2024).

Diese physikalischen Größen sind nicht nur wichtig für echtes Licht, sondern auch für digitales, wie beispielsweise in modernen *Game Engines*. Dort bestimmen sie, wie realistisch und atmosphärisch das Licht im Spiel wirkt, wie Schatten fallen und wie Spieler*innen die Spielwelt visuell wahrnehmen. Ein genaues Verständnis dieser Begriffe ist also unverzichtbar für jeden *Lighting Artist*, der immersive und glaubwürdige virtuelle Welten erschaffen will (Seif El-Nasr, 2007).

2.1.2. Trichromatische Farbwahrnehmung und Farbstörung

Bereits im Jahr 1604 zog Johannes Kepler als Erster den Vergleich zwischen dem menschlichen Auge und einer Kamera. Er beschrieb das Sehen als einen Vorgang, bei dem sich Bilder von Objekten auf der weißen, konkaven Oberfläche der Netzhaut abbilden. Seit dem 17. Jahrhundert wurde diese Analogie von zahlreichen Wissenschaftler*innen aufgegriffen und weiterentwickelt. Tatsächlich lassen sich zwischen Kamera und Auge einige Parallelen ziehen. So entsteht auf der Netzhaut, ähnlich wie auf dem Kamerasensor oder dem Film, ein umgekehrtes, reelles Bild, das über den Sehnerv und die Sehbahnen an das Sehzentrum des Gehirns weitergeleitet wird. An der Eintrittsstelle des Sehnervs befindet sich zudem eine Stelle ohne Lichtrezeptoren – der sogenannte blinde Fleck (vgl. Erhardt, 2008, S. 9).

Das menschliche Auge ist ein komplexes Sinnesorgan, das Licht empfängt und in elektrische Signale umwandelt, die vom Gehirn verarbeitet werden. Die Netzhaut des Auges enthält dabei zwei Arten von Photorezeptoren: Stäbchen und Zapfen. Die hochempfindlichen Stäbchen (ca. 120 Millionen) sind dabei für das Sehen bei wenig Licht verantwortlich und ermöglichen uns das Erkennen von Helligkeitsunterschieden. Mit ihnen können wir also nur schwarz-weiß wahrnehmen. Die Zapfen (ca. 6 Millionen) hingegen sind für das Farbsehen zuständig und funktionieren nur bei ausreichend Licht,

was auch der Grund dafür ist, warum wir nachts keine Farben erkennen können. Es gibt drei verschiedene Arten von Zapfen, die jeweils auf unterschiedliche Wellenlängen des Lichts reagieren: blaue, grüne und rote Zapfen. Diese drei Arten von Zapfen ermöglichen es uns, eine Vielzahl von Farben wahrzunehmen. Diese Theorie wird als trichromatische Farbwahrnehmung bezeichnet und geht auf Thomas Young und Hermann von Helmholtz zurück, die im 19. Jahrhundert erstmals die Idee formulierten, dass das menschliche Auge über drei verschiedene Arten von Farbrezeptoren verfügt (vgl. Maule et al., 2022, S. 90). Die Theorie besagt, dass jeder Zapfentyp ein anderes Absorptionsspektrum besitzt und somit auf unterschiedliche Bereiche des sichtbaren Lichtes reagiert. Wenn Licht in das Auge eintritt, werden die Zapfen entsprechend ihrer Empfindlichkeit für die verschiedenen Wellenlängen aktiviert. Die drei Zapfenarten (rot, grün, blau) haben damit unterschiedliche Absorptionsgrade (Maule et al., 2022).

In einer Reihe präziser Experimente, die der englische Mathematiker und Physiker Isaac Newton zwischen 1664 und 1672 am Trinity College in Cambridge durchführte und 1704 in seinem Werk *Opticks* veröffentlichte, gelang es ihm, zwischen der physikalischen Natur des Lichts und der subjektiven Wahrnehmung von Farbe zu unterscheiden. Dies fällt den Menschen auch heutzutage noch schwer, denn im Alltag erscheint uns Farbe wie eine fest zum Gegenstand gehörende Eigenschaft. Newton jedoch erkannte, dass nur das Licht, das ins Auge gelangt, der sogenannte Farbreiz, physikalisch messbar ist. Die Farbe, die wir wahrnehmen, ist hingegen das Ergebnis eines physiologischen Prozesses im Zusammenspiel von Auge und Gehirn (Neumeyer, 2024).

Viele moderne Farbmodelle gehen auf die Prinzipien von Newton zurück. So auch das RGB-Farbmodell, das auf der Kombination der drei Primärfarben Rot, Grün und Blau basiert. Es bildet die technische Grundlage der Farbdarstellung auf digitalen Displays. Im Laufe des 20. Jahrhunderts ermöglichte es die Entwicklung farbiger Bildschirme, Fernsehgeräte und Digitalkameras (vgl. Welsch, 2012, S. 129). Für die visuelle Gestaltung und Wahrnehmung von Videospiele ist es daher von zentraler Bedeutung.

Wenn wir über Farbwahrnehmung sprechen, müssen wir dabei auch berücksichtigen, dass nicht jeder Mensch Farben gleich wahrnimmt. Es gibt Menschen, bei denen die Zapfen Farben anders wahrnehmen. Farbschwächen, auch als Farbsehstörungen bezeichnet, sind häufig auf genetisch bedingte Veränderungen der Zapfen in der Netzhaut zurückzuführen.

Dabei handelt es sich um eine eingeschränkte Funktion oder das Fehlen eines der drei Zapfentypen, die für die Wahrnehmung von Rot-, Grün- und Blautönen verantwortlich sind. Männer sind mit etwa 10% der Bevölkerung häufiger betroffen. Der Grund dafür liegt in den Chromosomen. Da die betroffenen Gene auf dem X-Chromosom liegen und Frauen zwei X-Chromosomen besitzen, können diese den Gen-Defekt oft durch das zweite, normale X-Chromosom ausgleichen, während es sich bei Männern sofort bemerkbar macht. Bei Frauen tritt eine Farbsehstörung deshalb nur bei 0,4 % der Bevölkerung auf, und zwar nur dann, wenn beide X-Chromosomen in gleicher Weise betroffen sind (vgl. Neumeyer, 2024, S. 92).

Obwohl der Fehler primär in den Zapfen liegt, zeigt das Gehirn eine gewisse Anpassungsfähigkeit. Es kann die fehlenden Farbunterscheidungen teilweise durch Kontraste oder Helligkeitsunterschiede kompensieren. (Emery et al., 2021) Dennoch bleibt die Farbwahrnehmung eingeschränkt, was sowohl alltägliche als auch kreative Aktivitäten, wie das Erstellen oder Erleben von visuellen Medien, beeinflussen kann. Damit Spieler*innen keine Einschränkungen bei ihrem Spielerlebnis haben, gibt es mittlerweile in vielen Spielen Funktionen für die Barrierefreiheit, die darauf abzielen, Spiele für Spieler*innen mit unterschiedlichen Bedürfnissen zugänglicher zu machen. Beispielsweise gibt es sogenannte *Colorblind Modes*, die aktiviert werden können, wenn bestimmte Farbschwächen vorliegen. Dabei werden die Farben im Spiel so angepasst, dass die Spieler*innen diese erkennen können (Hardin, 2016).

2.2. Licht und Schatten

Nachdem ich auf die physikalischen, sowie die physiologischen Eigenschaften von Licht und Farbe eingegangen bin, widmet sich das folgende Kapitel mehr der Grundlage von Lichtquellen und nimmt dabei Bezug auf die verschiedenen Arten, Schattenbildungen, sowie die Intensität von Licht. Da Licht eine zentrale Rolle in dieser Thesis einnimmt, erscheint eine gesonderte Auseinandersetzung mit dessen visuellen Eigenschaften besonders wichtig, um ein umfassendes Verständnis für dessen gestalterische Wirkung zu ermöglichen.

2.2.1. Lichtquellen und Lichtstreuung

Bei den verschiedenen Arten von Lichtquellen unterscheiden wir zwischen natürlichem und künstlichem Licht. Beginnend mit dem natürlichen Licht, gibt es dort eine besonders wichtige Komponente, nämlich die Sonne, welche verschiedene Charakteristiken einnimmt, abhängig von der Tageszeit und den Wetterkonditionen. Dabei kann die Lichtquelle sehr stark variieren von hart und kalt, zu weich und warm (vgl. Dozen, 2024, S.43). Bevor auf das Sonnenlicht eingegangen werden kann, muss zuerst einmal verstanden werden, dass sich das Sonnenlicht aus mehreren Faktoren zusammensetzt: Der Sonne, dem Himmel, das zurückgeworfene Licht und die Licht-Schatten Grenze auf dem Objekt (siehe Abb. 3).

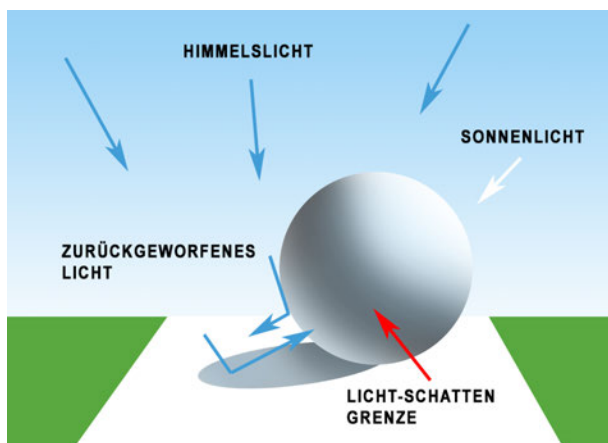


Abbildung 3: Sonnenlichteinfall

Eigene Darstellung in Anlehnung an Yot, R. (2011): Light for Visual Artists.

Des Weiteren spielen die Charakteristiken von Wolken und Lichtstreuung eine große Rolle. Wolken sind durchscheinend, was zwar heißt, dass sie Licht durchlassen, aber nur sehr diffus. Wenn also die Sonne auf Wolken trifft, prallen die Strahlen innerhalb des durchscheinenden Objektes ab, wodurch sie anschließend in unterschiedliche Richtungen abdriften. Durch diese Zerstreung wird das Sonnenlicht weicher, da eine kleine, harte Lichtquelle (die Sonne) in eine große, weiche Lichtquelle (den kompletten Himmel) verwandelt wird. Dadurch wird die Sonne zur indirekten Lichtquelle. Auch die Farbe der Sonne ist dadurch betroffen, da die Wolken den blauen Himmel und die daraus entstehenden Wellenlängen verdecken. Im vorigen Kapitel wurde bereits untersucht, dass durch die Zerstreung von Licht, je nachdem wie tief die Sonne steht, mehr oder weniger

Licht durch die Atmosphäre durchgelassen wird. Abhängig von der Tageszeit entstehen dadurch unterschiedliche Lichtfarben (Yot, 2011, S.27).

Steht die Sonne an ihrem höchsten Punkt, erscheint sie am hellsten und stärksten. Der Kontrast ist durch diese Position wesentlich stärker und Schatten erscheinen dunkler (siehe Kapitel 2.2.2). Das starke Sonnenlicht hat den Effekt, Farben auszubleichen, wodurch sie weniger saturiert auf uns wirken. In bestimmten Fällen, wie beispielsweise Wasser, kann starkes Licht aber auch profitieren, da wir bei Wasser keinen hohen Kontrast haben und physikalische Eigenschaften, wie die starke Spiegelung, das Wasser stärker hervorheben. Im Kontrast dazu steht die späte Abendsonne oder die frühe Morgensonne. Die Farbe des Lichts wird fortschreitend wärmer, je tiefer die Sonne steht. Außerdem sorgt der Einfall der Sonne dafür, dass die Schatten weicher werden. Die Saturierung der Farben ist zu diesen Zeitpunkten sehr hoch und die Lichtquelle selbst (also die Sonne) hat einen großen Effekt auf Oberflächen, wodurch auch die daraus entstehenden Schatten einen rot/orangen Farbton abgeben. Der Kontrast ist eher gering, was auch den Schatten weicher macht (vgl. Yot, 2011, S.29).

Selbst bei Nacht, wenn die Sonne nicht mehr zu sehen ist, spielt sie noch eine große Rolle, denn sie leuchtet den Mond an, der das Sonnenlicht reflektiert. Dabei folgt es den selben Regeln wie die Sonne: Wenn der Mond näher am Horizont ist, hat er einen orangen/rötlichen Ton, während er weiter oben am Himmel weißer wirkt. Da der Mond nur das Licht von der Sonne reflektiert, ist das, was bei uns ankommt, viel weniger intensiv als das Sonnenlicht selbst. Wodurch uns in der Nacht ein Großteil an Licht fehlt (vgl. Yot, 2011, S.36).

Neben der Sonne zählt auch Feuer zu den natürlichen Lichtquellen. Wie bereits im vorigen Kapitel gelernt, hat Kerzenlicht einen Kelvin-Wert von 2000. Dieser niedrige Wert liegt unterhalb der Schwelle, die unser Gehirn farblich neutralisieren kann, wodurch wir das Licht als orange- bis rötlich wahrnehmen. Da Feuerstellen und Kerzen sich meist bodennah befinden, erzeugen sie in der Regel lange, flach fallende Schatten. Anders als die gleichmäßige Sonne ist Feuer jedoch eine dynamische Lichtquelle: Es flackert, bewegt sich unregelmäßig und beeinflusst so nicht nur die Lichtverteilung, sondern auch die Schattenzeichnung (vgl. Yot, 2011, S.50).

Atmosphärische Effekte spielen ebenfalls eine wichtige Rolle bei der Entstehung von Licht und entwickeln sich dabei hauptsächlich aus Partikeln in der Luft. Dunst ist beispielsweise so gut wie immer präsent in der Luft, wodurch Objekte in der Ferne schwächer wirken und weniger Kontrast besitzen. Nebel ist dabei sehr ähnlich, nur wesentlich dicker. Es zerstreut das Licht besonders stark, wodurch es sehr diffus wirkt. In der Regel ist Nebel weiß, kann aber alle möglichen Farben annehmen, je nachdem wie das Sonnenlicht auf die Erde scheint (vgl. Yot, 2011, S.38).

Unnatürliches Licht findet sich in vielen Farben und Formen. Drinnen finden wir als Hauptlichtquelle neben dem Sonnenlicht, das durch Fenster scheint, die Glühbirnen. Diese Lichtquelle wird meistens durch einen Lampenschirm zerstreut, wodurch das Licht nicht so hart wirkt und durch die Art den Lampenschirmes verschiedene Formen annehmen kann. Auf die unterschiedlichen Farbtemperaturen im Zusammenhang mit Kelvin wurde bereits im vorigen Kapitel eingegangen. Generell lässt sich sagen, dass künstliches Licht in verschiedenen Tönen von einem kalten Weiß bis hin zu einem warmen Orange vorkommt. Darüber hinaus ermöglichen moderne Lichtquellen wie LEDs die Darstellung nahezu des gesamten Farbspektrums (RGB), sodass künstliches Licht nicht nur in unterschiedlichen Intensitäten und Positionen eingesetzt werden kann, sondern auch farblich sehr variabel ist. Dadurch lässt es sich gezielt anpassen und im Gegensatz zur Sonne flexibel gestalten (vgl. Yot, 2011, S.44).

Besonders in Städten haben wir jede Menge künstlicher Lichtquellen, die das natürliche Licht beeinflussen. Besonders nachts, da dort kaum natürliches Licht vorhanden ist, nehmen künstliche Lichter viel Raum ein. Lichtverschmutzung ist dabei ein wichtiger Faktor, der besonders in Großstädten vorhanden ist. Dies bedeutet, dass selbst wenn der Mond durch Wolken bedeckt ist und kein Licht abwirft, der Nachthimmel hell erscheint, da die künstlichen Lichter sich so stark verteilen, dass sie bis in den Nachthimmel reflektiert werden. Dies sorgt besonders in Städten dafür, dass wir weit entfernte Lichtquellen wie Sterne am Nachthimmel kaum noch sehen können, weil sie durch das künstliche Licht untergehen (vgl. Yot, 2011, S.37).

Auch in Videospielen kommen die genannten Lichtquellen vor. In der Unreal Engine übernimmt das sogenannte *Directional Light* die Rolle der Sonne ein. Es wird häufig mit weiteren Elementen wie dem *Skylight* oder der *Sky Atmosphere* kombiniert, um eine realistische Lichtstimmung zu erzeugen. Ähnlich wie in der realen Welt wirken diese

Elemente zusammen und tragen dazu bei, dass das Sonnenlicht in der *Engine* glaubwürdig und natürlich erscheint. Auch künstliche Lichtquellen wie *Point Lights* oder *Spotlights* spielen in *Game Engines* eine zentrale Rolle. Sie simulieren eine Vielzahl realer Lichtquellen und bieten umfangreiche Möglichkeiten zur Anpassung von Intensität, Farbe und Ausrichtung, wie in der offiziellen Unreal Engine-Dokumentation beschrieben wird (Epic Games, o. D.).

2.2.2. Schattenbildung

Schatten lassen sich in zwei grundlegende Kategorien unterteilen: Eigenschatten und Schlagschatten. Der Eigenschatten beschreibt die Bereiche eines Objekts, die vom Licht abgewandt sind und dadurch dunkler erscheinen, also die Stellen, die das Licht nicht direkt erreichen. Der Schlagschatten hingegen entsteht, wenn ein Objekt das Licht blockiert und dadurch einen Schatten auf eine andere Oberfläche wirft – das ist der klassische Schatten, wie wir ihn im Alltag wahrnehmen (Yot, 2011).

Wenn wir kein zurückgeworfenes Licht hätten, wären Schatten komplett Schwarz. Da auf der Erde aber viele Faktoren Licht zerstreuen und reflektieren, ist dies nicht der Fall. Deswegen bestehen Schatten meist aus sekundärem Licht, welches sich mehr auf dem Eigenschatten wiederfindet, als auf dem Schlagschatten. Wenn Licht von einer großen Fläche reflektiert wird, bedeutet das, dass der Eigenschatten auf dem Objekt ziemlich viel Fülllicht vom Boden erhält, ebenso wie Licht aus der Atmosphäre. (vgl. Yot, 2011, S. 55) Dem Physiker Benjamin Thompson ist dabei aufgefallen, dass in stark farbigem Licht Schatten die Komplementärfarbe des Lichtes angenommen haben. Allerdings ist dies eine optische Illusion und zeigt damit, dass unser Gehirn uns stark beeinflussen kann bei der Wahrnehmung von Farbe (vgl. Yot, 2011, S.64).

Der größte Faktor für das Aussehen des Schattens ist dabei das Licht. Je nachdem, wie es auf eine Oberfläche fällt, verändert sich diese maßgeblich. Ist die Lichtquelle beispielsweise gebündelt und weit entfernt, entsteht ein harter Schatten, wie es etwa bei der Mittagssonne der Fall ist. Streut sich die Lichtquelle und befindet sich näher an der Oberfläche, entsteht ein weicherer Schatten. Der Schatten wird jedoch nicht ausschließlich vom Licht beeinflusst. Je weiter er sich vom Ursprung des Objekts

entfernt, desto weicher und diffuser erscheint er. Besonders deutlich lässt sich dieser Effekt beobachten, wenn die Sonne tief am Himmel steht und dadurch lange Schatten wirft. Den dunkelsten Teil dieses Phänomens bezeichnet man als Penumbra, während der weichste Teil am Ende vom Schatten Umbra genannt wird. Ein gutes Beispiel für einen sehr weichen Schatten sind Bäume. Fällt Licht von oben auf die Baumkronen, entsteht auf dem Boden ein weicher Schatten, da das Objekt, also die Blätter des Baumes, sehr weit vom Boden entfernt sind und somit einen langen Weg haben (vgl. Yot, 2011, S.56).

Ein Objekt kann allerdings nicht nur einen einzigen Schlagschatten werfen. Denn mehrere Lichtquellen bedeuten auch mehrere Schatten. Dies beobachten wir besonders in Innenräumen durch künstliches Licht. Fallen mehrere Lichtquellen von unterschiedlichen Winkeln auf das Objekt, so entstehen auch mehrere Schatten, die sich überlappen (vgl. Yot, 2011, S.61).

2.3 Psychologische Wirkung von Licht und Farbe

Licht und Farbe sind nicht nur physikalische Phänomene, sondern auch Träger von Emotionen, Bedeutung und Atmosphäre. Schon wenige Nuancen im Farbspektrum oder subtile Veränderungen in der Beleuchtung können beeinflussen, wie wir eine Szene wahrnehmen, ob wir uns wohlfühlen oder unruhig werden (Heller, 2024). Im folgenden Kapitel wird untersucht, wie Farben und Lichtverhältnisse auf der psychologischen Ebene wirken und wie sie unsere Wahrnehmung, Stimmung und Aufmerksamkeit beeinflussen können.

2.3.1 Farbassoziationen und emotionale Bedeutung

Farben können neben visuellen Reizen auch unsere Stimmung beeinflussen und sogar unser Verhalten und Entscheidungen prägen. Forschungen im Bereich der Farbpsychologie zeigen, dass sie starke emotionale Reaktionen hervorrufen können (Heller, 2004). Um den Rahmen hierbei nicht zu sprengen, wird im Folgenden nur auf die Assoziierung der drei Grundfarben Blau, Rot, Grün sowie Schwarz und Weiß eingegangen.

Blau: Sehnsucht, Ruhe, Melancholie, Distanz, Kälte

Die häufigste Assoziation mit der Farbe Blau ist der Himmel, gefolgt vom Meer (vgl. Riedel, 1991, S.49). Als psychologische Wirkung wird bei dieser Farbe am häufigsten angegeben, sie stimme sehnsüchtig, melancholisch, ruhig und träumerisch. Dabei wird stark unterschieden zum dunkleren Blau, bei dem die Stimmung mehr in Richtung Traurigkeit und Ernsthaftigkeit geht. Auch die Nacht ist eine beliebte Assoziation mit dem dunklen Blau (vgl. Riedel, 1991, S.51). Die Weiten des Himmels sind für den Menschen schwer zu greifen, wodurch die Verbindung mit dem Gefühl von Distanz und Sehnsucht nahe liegt. In der Religion gibt es viele Verbindungen von Blau, sowohl zu Göttern als auch zu heiligen Personen. So wird Maria beispielsweise als Himmelsgöttin bezeichnet. Bei den Ägyptern wurden die Grabkammern der Könige mit Blau ausgemalt, um die Toten in die göttliche Gegenwart zu betten (vgl. Riedel, 1991, S.57-59). Blau ist die Komplementärfarbe von Orange, die als wärmste Farbe des Spektrums gilt. Dadurch wirkt Blau am kältesten. Eis schimmert oft bläulich, und selbst die Haut kann bei Kälte blau erscheinen. Kein Wunder also, dass wir Blau mit Kälte verbinden (vgl. Heller, 2004, S.27).

Rot: Liebe, Leidenschaft, Macht, Wut, Gefahr, Wärme

„Von der Liebe bis zum Hass – alle Gefühle, die das Blut in Wallung bringen, werden mit Rot verbunden“ (Heller, 2004, S. 53)

Rot kann sehr unterschiedliche Gefühle auslösen, abhängig vom Kontext. Sie ist die Symbolfarbe der guten und schlechten Leidenschaften. Am häufigsten assoziiert mit der Farbe Rot wird das Feuer, gefolgt von Blut. Beides sind sehr dramatische Assoziationen und erklären die Ambivalenz dieser Farbe. Steigt das Blut in den Kopf wird man rot – aus Verlegenheit, Verliebtheit oder auch aus Zorn und Wut. Naheliegend ist außerdem die Verbindung mit Wärme: Feuer strahlt Hitze aus, also empfinden wir Rot als eine wärmende Farbe (vgl. Heller, 2004, S.53-55). Bei Experimenten des Psychologen Stefanescu-Goanga erlebten die Probanden die psychische Wirkung der Farbe Rot als stark, anregend, wärmend und belebend. Außerdem scheint sie eine anspornende, angreifende Wirkung zu haben (vgl. Riedel, 1991, S.18). Geschichtlich lässt sich mit der Farbe Rot besonders weibliche Gottheiten in Verbindung bringen, denn schon sehr früh in der Geschichte wurde Rot durch die Assoziation mit Blut, mit Gebärfähigkeit und somit

auch mit Erotik und Liebe verbunden. In der christlichen Kultur wurde Rot daraufhin oft gefürchtet und tabuisiert. Sie wurde als Farbe der Aggression und der blinden Leidenschaft angesehen (vgl. Riedel, 1991, S.29-31).

Grün: Hoffnung, Frische, Natur

Naheliegender bei der Farbe Grün ist die Assoziation mit der Natur. Grün findet sich in der Vegetation, wie beispielsweise Wiesen und Wälder, zu Hauf wieder. Deshalb steht Grün auch für eine gesunde, reichhaltige Welt und als Farbe des Lebens. Schon Hildegard von Bingen (11. Jahrhundert) spricht in ihrer Heilkunde von der Grünkraft (vgl. Riedel, 1991, S. 108). In China ist Grün die Symbolfarbe für ein langes Leben und Barmherzigkeit. Diese Assoziation findet sich auch im christlichen Glauben. In mittelalterlichen Darstellungen tragen Heilige, die das Prinzip von Leben verkörpern, häufig die Farbe Grün (vgl. Heller, 2004, S.72). Eine weitere Assoziation ist die Hoffnung. Der Winter endet, die kahlen Bäume bekommen endlich wieder grüne Blätter – der Frühling ist da. Durch die Erfahrung, die der Mensch mit dem Zyklus der Jahreszeiten gemacht hat, assoziiert der Mensch Grün als Farbe der Hoffnung, der nach den kalten Wintermonaten folgt. Auch die Ernte, die im Frühling stattfindet, ist ein Zeichen der Hoffnung (vgl. Heller, 2004, S.75).

Schwarz: Dunkelheit, Tod, Trauer (westliche Assoziation)

Absolutes Schwarz ist nach physikalischer Definition die Farbe eines nichtleuchtenden Körpers, der alles Licht verschluckt. Aus theoretischer Sicht ist sie damit eine unbunte Farbe. Wir assoziieren mit ihr besonders die Dunkelheit und den Tod. Erklärbar ist dies damit, dass in der Natur vieles mit Schwarz endet: verfaultes Fleisch, vermoderte Pflanzen oder auch tote Zähne. Geschichtlich bringt der Sensenmann den Tod, gekleidet in schwarz (vgl. Heller, 2004, S.89). Besonders in der christlichen Farbsymbolik wird schwarz als Trauerfarbe assoziiert und beispielsweise auf Beerdigungen getragen. Sie soll damit den Verzicht auf Eitelkeit zeigen. In vielen anderen Kulturen, beispielsweise in Afrika, steht Schwarz im Kontrast dazu oft für das Leben und die fruchtbare Erde (vgl. Heller, 2004, S.103). Daran zeigt sich besonders gut, wie stark sich die Wahrnehmung von Farben durch unsere Kultur beeinflussen lässt.

Weiß: Sterilität, Reinheit, Vollkommenheit (westliche Assoziation)

Ähnlich wie Schwarz ist auch weiß keine Farbe im physikalischen Sinne, denn sie ist die Summe aller Farben. Wir nehmen Weiß aber eher als farblos wahr. Es gibt im christlichen Zusammenhang kaum negative Assoziationen mit dieser Farbe. Sie steht für Vollkommenheit und ist somit auch eine sehr beliebte Farbe für Götter (vgl. Heller, 2004, S.145). Sowohl äußerliche Sauberkeit als auch innerliche Reinheit werden gleichermaßen mit der Farbe weiß assoziiert. Weiße Arbeitskleidung wird oft verwendet, um Sauberkeit zu vermitteln. Und in Krankenhäusern stehen weiße Kittel und weiße Betten für Sterilität (vgl. Heller, 2004, S. 148). Wichtig zu betonen ist, dass besonders Menschen mit heller Hautfarbe mit der Farbe Weiß Vollkommenheit assoziieren. Für Menschen mit dunkler Hautfarbe ist dies oft nicht der Fall und somit wird in vielen anderen Kulturen weiß unter anderem als Trauerfarbe gesehen. Sie steht dort für den Mangel an Farben und wird mit Bescheidenheit assoziiert. Trauernde tragen weiß, um den Verzicht auf Selbstdarstellung auszudrücken (Heller, 2004).

Es gibt zahlreiche Studien, die sich auf die Assoziationen und sogar die Verhaltensmuster von Menschen auf unterschiedlichen Farben beziehen. Farben wirken dabei nicht nur auf einer ästhetischen Ebene, sondern können auch messbare psychologische und physiologische Effekte hervorrufen. Ein interessantes Beispiel dafür ist eine Studie, die zeigt, dass ein kaugummipinker Raum (sogenanntes Baker-Miller Pink) einen sedierenden Effekt hat. Gefängnisinsassen, die für kurze Zeit in einem vollständig in Baker-Miller Pink gestrichenen Raum untergebracht wurden, wiesen nachweislich eine Verringerung ihrer Muskelkraft auf. Dieser Effekt trat bereits nach wenigen Minuten auf und deutet darauf hin, dass bestimmte Farb-Umgebungen unmittelbare Einflüsse auf das menschliche Verhalten und die körperliche Verfassung haben können (Schauss, 1979).

Da jeder Mensch ganz eigenständig Farben wahrnimmt, kann sich die Assoziation von Farben bei jedem einzelnen sehr stark unterscheiden. Dies hängt von verschiedenen Faktoren ab: Kultur, Tradition, Erfahrungen, politische Wirkung, Genetik, Vorlieben und vieles mehr. Sie beeinflussen unsere Wahrnehmung, wodurch zwei Menschen völlig unterschiedlich auf dieselbe Farbe reagieren können (Riedel, 1991).

2.3.2 Einfluss von Licht und Schatten auf die Wahrnehmung

Neben den psychologischen Auswirkungen von Farben, spielt auch der Einfluss von Licht eine entscheidende Rolle bei der emotionalen Wahrnehmung. Die psychologische Wirkung von Licht zeigt sich dabei nicht nur in abstrakten Konzepten, sondern auch in konkreten Anwendungen des Alltags.

In einem Raum, in dem wir viel Zeit verbringen und wo die Qualität des Lichts eine wichtige Rolle einnimmt, um eine entspannte, beruhigende Atmosphäre zu erzeugen, finden wir eher indirekte Lichtszenarien vor. Diese sind meist mit einem warmen Licht ausgestattet und werfen angenehme, weiche Schatten. Ein gutes Beispiel dafür ist das Wohnzimmer, wo der Mensch sich oft entspannen und Ruhe finden möchte. Mehrere kleinere Lichtquellen ergeben ein angenehmes, komplexes Zusammenspiel, im Vergleich zu einer einzigen Lichtquelle, die beispielsweise von einer hellen Deckenleuchte kommt. Auch im Schlafzimmer finden sich oft kleinere Lichtquellen, wie eine Nachttischlampe am Bett, wieder. In der Küche wird weniger Wert auf eine gemütliche Atmosphäre gelegt. Dort steht die Sichtbarkeit bestimmter Arbeitsflächen, beispielsweise zum Kochen, im Fokus. Ebenso wie im Badezimmer, wo Licht vor allem einem funktionalen Zweck dient. Deshalb wird hier meistens helles Licht verwendet, das möglichst wenig Schatten wirft (vgl. Yot, 2010, S.44).

In Restaurants wird durch den gezielten Einsatz von Licht die Wahrnehmung der Gäste und deren Verweildauer beeinflusst. Oft wird eher warmes, gedimmtes Licht (ca. 2700 K) eingesetzt, welches für eine gemütliche Atmosphäre und Entspannung sorgt. Warmes Licht wird mit Entspannung und Behaglichkeit assoziiert, soll das Essen ansprechender machen und den Appetit anregen. Zusätzlich wird durch gedimmtes Licht die Zeitwahrnehmung verlangsamt, wodurch Gäste dazu angeregt werden, länger zu verweilen und somit auch mehr zu bestellen (TCPI, 2022). Im Kontrast dazu sind Küchen in Restaurants oft mit einer kühleren Farbtemperatur (ca. 5600 K) ausgestattet, was darauf zurückzuführen ist, dass dort mehr auf die Effizienz Wert gelegt wird. Auch in Fast-Food Restaurants ist das Licht meist kühler und heller, was dafür sorgt, dass Konsument*innen zügiger essen und somit schneller Platz für die nächsten Kund*innen schaffen (vgl. Wu, 2015, S.26). Allerdings ist es wichtig zu betonen, dass es laut Parks Studien (Park et al., 2010) unterschiedliche Präferenzen der Licht-Konditionen zwischen

verschiedenen Kulturen, wie zB. der asiatischen und nordamerikanischen, gibt. Es scheint also verschiedene Wahrnehmungen zu geben, die sich sowohl in der Kultur, als auch in der persönlichen Präferenz zeigen.

Auch Supermärkte nutzen die Psychologie von Licht, um ihre Kund*innen zu leiten. Unabhängig von der Kultur wird in Supermärkten oft helles, kühles Licht verwendet, um die Aufmerksamkeit der Kundschaft zu fördern und Produkte hervorzuheben. Außerdem wird meist mit kosteneffizienten Lichtern gearbeitet (vgl. Yot, 2011, S.46). Einer Umfrage von Advantage Sales aus dem Jahr 2022 zufolge, bei der festgestellt wurde, dass der Großteil der Lebensmitteleinkäufe weiterhin vor Ort stattfindet, ist das Einkaufserlebnis im Laden wichtiger denn je. Viele Kund*innen entscheiden sich bewusst für den Einkauf vor Ort, da es die Möglichkeit bietet, die Produkte physisch zu sehen, zu beurteilen oder anzufassen, wodurch die Lichtstimmung eine wesentliche Rolle dabei einnimmt (Lighting for Impact, 2024).

In Büros wird durch die Verwendung von hellem Licht Tageslicht simuliert, welches die Produktivität und Konzentration der Mitarbeiter*innen fördern soll. Dies wird auch durch viele Untersuchungen, wie beispielsweise eine Studie von Sun gestützt, in der gezeigt wurde, dass hohe Beleuchtungsstärke und hohe Farbtemperatur die Wahrnehmung und Gedächtnisleistung verbessern und gleichzeitig Stress und Ermüdung reduzieren können (Sun et al, 2019).

2.4 Licht und Farbe in Medien und Videospielen

„Light is a fundamental building block of observational art, and is the key to controlling composition and storytelling. It is one of the most important aspects of visual art, but also one of the most overlooked.“ (Richard Yot, 2011, S.9)

Es würde den Rahmen dieser Thesis sprengen, wenn ich im Bereich Medien detailliert auf die Auswirkungen von Licht und Farbe eingehen würde, aber es ist dennoch wichtig zu erwähnen, dass jegliche Form von Medien, sei es Film, Werbung, Webdesign oder auch Videospiele, auf die gleichen psychologischen Grundlagen von Licht und Farbe basieren. Es löst bei den Betrachter*innen bestimmte Stimmungen aus, kann

Aufmerksamkeit lenken und Inhalte emotional aufladen. Bei Videospielen kommt darüber hinaus die Komponente der Interaktion hinzu. Durch sie wirken Licht und Farbe nicht nur ästhetisch auf den Menschen ein, sondern können das Spielerlebnis und die Wahrnehmung der virtuellen Welt nochmal aktiv beeinflussen. Im Rahmen der *Human-Computer Interaction* (HCI) werden Licht und Farbe daher nicht nur als ästhetisches, sondern als kommunikatives Mittel betrachtet, das Vertrauen, Zufriedenheit und Motivation der Nutzer*innen beeinflusst. Der Begriff HCI umfasst dabei sämtliche Formen interaktiver Schnittstellen zwischen Mensch und Computer (vgl. Sokolova et al., 2015, S.282).

2.4.1 Gestalterische Funktion von Licht und Farbe im Game Design

Nachdem im vorherigen Kapitel erläutert wurde, wie Licht und Farbe die menschliche Wahrnehmung beeinflussen, werde ich im Folgenden näher darauf eingehen, wie diese gestalterischen Mittel gezielt im *Game Design* eingesetzt werden. Dabei übernehmen Licht und Farbe eine Vielzahl an Funktionen, die sowohl die Lesbarkeit und Orientierung als auch die emotionale Wirkung und Atmosphäre eines Spiels beeinflussen.

Visuelle Führung und Lenkung der Spieler*innen

Besonders Licht in Kombination mit bestimmten Farben werden im *Game Design* häufig genutzt, um den Blick von Spieler*innen zu lenken und ihnen subtil den Weg zu weisen. Dieses Prinzip ist auch als *Guiding* bekannt. Helle Lichtquellen oder gezielte Beleuchtung in dunklen Umgebungen können dabei beispielsweise wichtige Orte hervorheben, wie etwa Ausgänge, Gegner oder Interaktionsobjekte. Ein klassisches Beispiel ist *The Last of Us*, wo Fensterlicht oder Straßenlaternen oft den nächsten Pfad markieren, ohne dass ein sichtbarer Pfeil notwendig wäre (siehe Abb. 4). Das Spiel versucht dabei bewusst die Welt immersiv offen wirken zu lassen und verzichtet auf typische *UI* Elemente, um die Spieler*innen zu lenken, ohne dass sie es bewusst wahrnehmen. Sie sollen das Gefühl von Freiheit haben, obwohl Ihnen der Weg sehr klar vorgegeben ist (Nacke, 2024).



Abbildung 4: Screenshot aus The Last of Us (Naughty Dog, 2013)

Farbgebung als semantisches Leitsystem

Farben übernehmen in vielen Spielen eine semantische Funktion, um gewisse Elemente intuitiv verständlich zu machen und hervorzuheben. So sind beispielsweise interaktive Objekte oder kletterbare Oberflächen oft farblich markiert. Die wohl häufigste Assoziation damit sind die gelblich markierten Kanten, die oft verwendet werden, um den Spieler*innen zu zeigen, an welchen Stellen sie klettern können (Wood, 2022). Dies finden wir unter anderem auch in Spielen wie *Uncharted* oder *Final Fantasy Remake* wieder. (siehe Abb. 5)



Abbildung 5: Screenshot aus Final Fantasy 7 Remake (Square Enix, 2020)

Emotionale Inszenierung und Atmosphäre

In den vorigen Kapiteln wurde bereits deutlich gezeigt, dass Licht und Farbe stark zu unserer emotionalen Wirkung beitragen, welche auch auf Videospiele bezogen werden kann. So werden Räume oder Umgebungen, die ein gewisses Gefühl vermitteln sollen, in der dafür jeweils assoziierten Farbe beleuchtet. Soll beispielsweise ein Gefühl von

Unsicherheit vermittelt werden, wird die Umgebung eher dunkel und kühl ausgeleuchtet. Sogenannte *Safe Zones* wiederum werden oft mit orange-farbigem Licht gekennzeichnet. Ein Beispiel dafür ist das warme Leuchfeuer in *Dark Souls* (siehe Abb. 6), was die Spieler*innen sofort wissen lässt, dass sie sicher sind. Besonders bei einem Spiel wie *Dark Souls*, welches grundsätzlich sehr düster und spielerisch anspruchsvoll ist, dient das Leuchfeuer als starker Kontrast und lässt die Spieler*innen für einen kurzen Moment aufatmen und zur Ruhe kommen (King, 2024).



Abbildung 6: Screenshot aus *Dark Souls Remastered* (From Software, 2018)

Licht und Farbe als zentrales Spielelement

Licht und Farbe können nicht nur als Wegführung oder emotionales Element in Spielen verwendet werden, sondern auch als integraler Bestandteil des *Gameplays*. In *Alan Wake* etwa ist das Licht der Taschenlampe eine zentrale Spielmechanik (siehe Abb. 7), mit der Gegner geschwächt und Rätsel gelöst werden (Nunneley-Jackson, 2010).



Abbildung 7: Screenshot aus *Alan Wake* (Remedy Entertainment, 2010)

Quelle: Moby Games, 2011,

<https://www.mobygames.com/game/46408/alan-wake/screenshots/xbox360/507618/>

2.4.2 Technologische Herausforderungen für Lighting Artists

Es gibt im Bereich der Gestaltung von Videospielen unterschiedliche Jobs, die alle eng miteinander agieren und sich untereinander stark austauschen müssen, um ein einheitliches Ergebnis erzielen zu können. Da sich diese Masterthesis mit Licht und Farbe beschäftigt, ist es dabei besonders wichtig, die Funktion des *Lighting Artists* hervorzuheben. Allerdings besitzt nicht jedes Spielestudio zwingend eine Person, die spezifisch nur diesen Beruf ausübt. Besonders in kleineren Studios wird diese Arbeit oft von einem *Artist* übernommen, der mehrere künstlerische Tätigkeiten vereint.

Die Aufgabe des *Lighting Artists* ist es, Lichter zu setzen und diese farblich anzupassen. Dabei spielen die im vorigen Kapitel genannten Aspekte, wie Atmosphäre, die emotionale Wahrnehmung oder gezielte Wegführung der Spieler*innen eine große Rolle. Doch neben den künstlerischen Aspekten, muss sich der *Lighting Artist* auch um die technischen Herausforderungen kümmern. Dabei steht besonders die *Performance*, also die Rechenleistung, die das Spiel aufbringen muss, im Vordergrund. Es muss stets abgewogen werden, ob die visuell und qualitativ hochwertige Darstellung der Lichter wichtiger ist als der hohe technische Aufwand, den die komplexen Lichtberechnungen verursachen (Meiren, 2020). Um ein klareres Verständnis von den Aufgaben und technischen Herausforderungen des *Lighting Artists* zu bekommen, werden im Folgenden einige Fachbegriffe näher erläutert, die für diesen Beruf von großer Bedeutung sind.

Baking und Dynamic Lighting

Besonders dynamische Lichtquellen in Videospielen sind ein großer *Performance Killer*, da sie in Echtzeit funktionieren müssen, beispielsweise wenn sich eine Lichtquelle oder ein Objekt mit den dazugehörigen Schatten bewegt. Es wird dabei unterschieden zwischen *Baking* und *Dynamic Lighting*. Beim *Baking* Vorgang werden die gesetzten Lichter in die Szene gebacken, wodurch sie sich nicht mehr in Echtzeit anpassen lassen. Dieser Vorgang spart enorm *Performance* und wird deswegen bei statischen Lichtquellen häufig verwendet. Dynamische Lichtquellen wie die Sonne lassen sich seltener *baken*, da sie in Echtzeit funktionieren müssen. Ein Beispiel dafür ist die Sonne, die bei einem dynamischen Tagesverlauf im Spiel wandert oder eine hängende Laterne, die im Wind hin und her schwingt (Juego Studios, 2022).

Ambient Occlusion

Ein weiterer technischer Begriff, der Eigenschatten in digitalen Bildern gezielt simuliert, ist *Ambient Occlusion*. Dies beschreibt die Abschattung an Bereichen, in denen Umgebungslicht schwer hinkommt, wie etwa in Vertiefungen, an Ecken oder da, wo Objekte einander berühren. Obwohl der Begriff aus der 3D-Grafik stammt, basiert er auf einem realen physikalischen Effekt. Durch diese subtile Lichtabschattung entsteht ein weicher, natürlicher Schatten, der in digitalen Bildern für eine realistischere Tiefenwirkung sorgt und auch in *Game Engines* eine wichtige Rolle spielt (vgl. Yot, 2011, S.56).

God Rays

God Rays bezeichnen Lichtstrahlen, die fächerförmig von einer Lichtquelle wie beispielsweise der Sonne ausgehen, wenn diese teilweise durch Objekte wie Wolken, Bäume oder Gebäude verdeckt wird. In Spielen werden sie eingesetzt, um dramatische oder atmosphärische Effekte zu erzeugen. Sichtbar werden sie durch simulierte Teilchen in der Luft (z. B. Staub oder Nebel), an denen das Licht gestreut wird. Gerade in cineastischen Momenten oder zur Verstärkung einer Lichtquelle kommen *God Rays* gezielt zum Einsatz, um Szenen visuell aufzuwerten und eine stärkere Raumtiefe zu erzeugen (vgl. Jambusaria et al, 2014, S.31).

Global Illumination

Um Licht in digitalen Szenen möglichst realistisch darzustellen, kommt die Technik der *Global Illumination* (GI) zum Einsatz. Dabei handelt es sich um einen Sammelbegriff für fortschrittliche *Rendering*-Verfahren, die nicht nur das direkte Licht berücksichtigen, sondern auch simulieren, wie Lichtstrahlen von Oberflächen reflektiert und in die Umgebung zurückgeworfen werden. Auf diese Weise entsteht indirektes Licht, das eine deutlich realistischere Ausleuchtung ermöglicht. Ein begleitender Effekt ist das sogenannte *Color Bleeding*, bei dem farbige Flächen Licht in ihrer jeweiligen Farbe auf benachbarte Objekte abstrahlen. So lässt beispielsweise eine rote Wand die angrenzende Umgebung in einem rötlichen Ton erscheinen (Ipacs, 2023).

Raytracing

Einer der modernsten *Render*-Techniken ist das *Raytracing*. Dabei handelt es sich um ein Verfahren, das den Lichtweg physikalisch nachvollzieht und so besonders realistische Licht- und Schattenberechnungen ermöglicht. *Raytracing* kann zur Erzeugung von *Global Illumination* genutzt werden und gehört damit zu den genauesten, aber auch rechenintensivsten Methoden der Lichtsimulation. Es kommt daher hauptsächlich bei *AAA* Titeln zum Einsatz. Dabei wird Spieler*innen oft die Möglichkeit gegeben *Raytracing* ein- oder auszuschalten, je nachdem, ob das Endgerät die intensive Rechenleistung durch das *Raytracing* wahrnehmen kann oder nicht (Corsair, 2025).

2.4.3 Analyse erfolgreicher Beispiele aus Spielen

Es gibt viele gute Beispiele von Spielen, die Licht und Farbe gezielt nutzen, um die Gefühlswahrnehmung der Spieler*innen zu beeinflussen. Ein Videospiel, das immer wieder gerne im Zusammenhang mit einer tollen Lichtstimmung erwähnt wird, ist das narrative *Jump'n Run Adventure Inside* (siehe Abb. 8). Es hat eine sehr düstere, mysteriöse Atmosphäre mit einem stilistischen Look. Der *Environment Artist* Marek Bogdan erzählt in einem *Developer Blog* davon, dass für *Inside* keine *Global Illumination* oder automatisierte *Ambient Occlusion* verwendet wurde, sondern das Team mit per Hand gesetzten *Decals* gearbeitet hat, also Texturen oder Grafiken, die auf Oberflächen projiziert werden. Damit entstanden beispielsweise Schatten, die von der *Engine* selbst nicht in dieser Form dargestellt werden konnten. Es wurde also stark abhängig von der jeweiligen Szene individuell Lichter und Texturen platziert, um die gewünschte Atmosphäre zu erzeugen. Besonders die Betonung auf Kontrast durch Licht und Schatten stand dabei im Vordergrund (Bodgan, 2016).

Durch die Perspektive des Spiels und der festen Kameraeinstellung, hatte das *Developer* Team Kontrolle über das, was von den Spieler*innen eingesehen werden konnte, was ein großer Vorteil ist, im Vergleich zu Spielen mit einer dynamischen Kamera. Durch den simplifizierten Stil des Spiels, war es außerdem wichtig, dass selbst subtile Objekte richtig ausgeleuchtet waren, um den gewünschten Fokus zu erzielen. Mikkel Gjol berichtet in einem *GDC (Game Developers Conference) Talk* davon, dass selbst solche kleinen Objekte die Spieler*innen ablenken und somit falsche Erwartungen erzeugen

könnten, wodurch im Team stark darauf geachtet wurde, dass stets der Gesamteindruck des Spiels stimmt (Gjol, 2016).

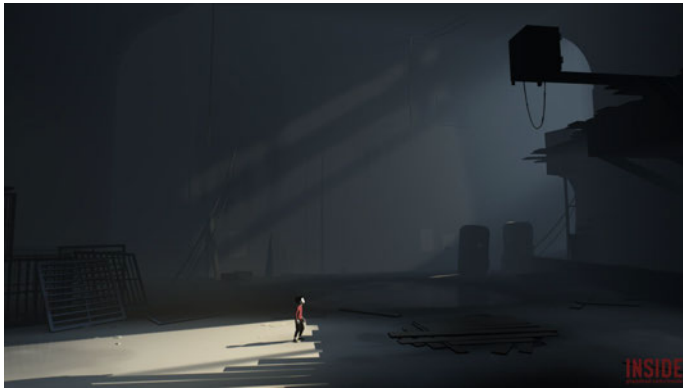


Abbildung 8: Screenshot von Inside (Playdead, 2016)
Quelle: <https://playdead.com/games/inside/>

„*The Sky, and its dependencies in lighting, can change the entire look and emotional tone of the environment.*“ (Keith Guerrette, 2018, 10:40)

Ein weiteres hervorzuhebendes Spiel für gutes Lighting ist das *Survival Horror Adventure The Last of Us* (siehe Abb. 9). Die emotional stark aufgeladene Geschichte wird durch das platzierte Licht und verschiedene Farbgebungen nochmal besonders hervorgehoben und unterstützt damit die Narrative zusätzlich. Das Spiel möchte meist eine eher melancholische oder auch bedrohliche Stimmung erzeugen und passt sich farblich entsprechend an. In einem *GDC Talk* von Keith Guerrette geht der *Lead Visual Effects Artist* auf das Thema Licht und Farbe im Zusammenhang mit dem Himmel ein und wie dieser die komplette Stimmung des Spiels beeinflusst. Er berichtet davon, dass die Tageszeit die Darstellung einer Szene extrem stark verändern kann. Je nachdem, wo die Sonne steht, fallen Schatten anders und wirken sich dementsprechend auf die Szene aus (Guerrette, 2018, 4:27). Ein weiterer wichtiger Punkt ist das Wetter, welches ebenfalls enorm beeinflusst, wie das Licht fällt und welche Stimmung es erzeugt. Ein blauer Himmel hat deutlich positivere Assoziationen und streut das Licht anders als graue Wolken oder starker Nebel (Guerrette, 2018, 5:10). Keith berichtet außerdem davon, wie stark Farbtheorie die Stimmung der Spieler*innen beeinflussen kann. Wie im Kapitel 2.3.1 bereits näher erläutert, werden beispielsweise Farben wie Blau eher mit Melancholie assoziiert oder Rot mit Wärme (Riedel, 1991). Die Farbpalette motiviert das

Licht der Szene und dadurch die gesamte visuelle Komposition (Guerrette, 2018, 6:40). Bereits im ersten Entwurf vom *Narrative Script*, also dem Dokument was die Geschichte beinhaltet, gibt Naughty Dog für jede Szene die jeweilige Stimmung des Himmels an, was nochmal verdeutlicht, wie früh im Prozess schon über Licht- und Farbstimmung nachgedacht wird. Dabei wird im Skript die Tageszeit, Wetterkondition, Farbgebung und das zu vermittelnde Gefühl benannt (Guerrette, 2018, 9:30).



Abbildung 9: Screenshot von The Last of Us Remastered (Naughty Dog, 2014)

Ein Spiel, an dem ich mir optisch für meine eigene Szene ein Beispiel genommen habe, ist das narrative *Adventure-Game Firewatch* (siehe Abb. 10). Es beeindruckt ebenfalls mit einer emotionalen Geschichte, aber arbeitet aus künstlerischer Sicht mit sehr stark saturierter Gestaltung. Farbe spielt in *Firewatch* eine wichtige Rolle, um den Spieler*innen die Emotionen, die der Protagonist Henry fühlt, wiederzuspiegeln. Die kräftigen und intensiven Farben stehen in Kombination mit dem Fehlen visueller Unruhe auf den Texturen von Objekten in der Umgebung. Dadurch liegt der gestalterische Fokus deutlich auf der Wirkung der Farben und der Lichtstimmung (Rose, 2018).

Die *3D-Environment* Artistin Jane Ng spricht in einem *GDC Talk* ausführlicher über den künstlerischen Aspekt von *Firewatch*. Dabei geht sie unter anderem auf den atmosphärischen Nebel ein, der extra für das Spiel zu einem sogenannten *Stylized Fog* verändert wurde, um ihn anpassungsfähiger zu machen. Dieser Nebel wirkt zwar unnatürlicher, sollte damit aber die gewünschte Stimmung besser wiedergeben als realistisch simulierter Nebel. Dabei wurde absichtlich mit Komplementärfarben zwischen dem Sonnenlicht und der Nebelfarbe gearbeitet, damit sich beides gegenseitig ergänzt und einen artistischen Look erzeugt (Ng, 2015, 22:24). *Firewatch* hatte schon zu Beginn

der Produktionsphase ein sehr striktes *Color Script*, damit die *Artists* genau wissen, wie die Farben im finalen Spiel später miteinander harmonieren sollen. Bereits während der frühen Entwicklung wurden Screenshots vom Spiel gemacht und anschließend über diese gemalt, um die gewünschte Atmosphäre zu vermitteln und anschließend in der Engine iterieren zu können (Ng, 2015, 16:20).



Abbildung 10: Screenshot von Firewatch (Campo Santo, 2016)

Quelle: Lucyda, 2017, <https://www.lucyda.de/virtual-life/gaming/spielevorstellung-firewatch/>

Diese drei Beispiele sind nur ein Ausschnitt aus der Vielzahl an Videospiele, die durch kreativen Einsatz von Licht und Farbe herausstechen und gezielt die gewünschte emotionale Wirkung auf die Spieler*innen erzeugen.

3. Methodik und Studiendesign

Nach der Auseinandersetzung mit den theoretischen Grundlagen von Licht und Farbe sowie der Analyse ausgewählter Spiele wendet sich der folgende Abschnitt dem praktischen Teil der Arbeit zu. Dabei werde ich zunächst die aufgestellten Hypothesen vorstellen, bevor der Aufbau der entwickelten 3D-Szenen erläutert wird. Abschließend beschreibe ich, wie die Studie konzipiert und durchgeführt wurde, um die emotionalen Reaktionen der Spieler*innen zu erfassen.

3.1. Hypothesen

Auf Grundlage der im theoretischen Teil erarbeiteten Erkenntnisse über Licht, Farbe und deren emotionale Wirkung in digitalen Spielwelten lassen sich erste Annahmen formulieren, welche emotionalen Reaktionen bestimmte Farb- und Lichtstimmungen bei Spieler*innen hervorrufen könnten. Diese Hypothesen dienen als Grundlage für die spätere Auswertung des Fragebogens.

Die Hypothesen stützen sich dabei sowohl auf physikalische und psychologische Grundlagen, als auch auf bisherige Erkenntnisse aus der Wirkung von Licht in Medien und Videospielen.

Folgende Hypothesen wurden dabei aufgestellt:

- H1: Unterschiedliche Lichtszenen lösen bei den Spieler*innen jeweils unterschiedliche Emotionen hervor.
- H2: Szenen mit hoher Helligkeit und warmen Farbtönen werden häufiger mit positiven Emotionen wie Freude oder Geborgenheit assoziiert.
- H3: Szenen mit dunkler Beleuchtung und kühlen Farben lösen eher negative Emotionen wie Angst und Trauer aus.
- H4: Szenen, die einen höheren Anteil an künstlichen Lichtquellen beinhalten, lösen eher negative Gefühle aus, wie beispielsweise Unwohlsein und Verwirrung.
- H5: Eine homogene, weichere Ausleuchtung mit weichen Schatten führt eher zu einer ruhigen oder melancholischen Grundstimmung.

Diese Hypothesen werden im späteren Verlauf mithilfe eines Fragebogens überprüft, indem Proband*innen Bilder einer stilisierten Spielwelt betrachten und ihre emotionalen Reaktionen angeben. Anschließend wird dieser ausgewertet und geschaut, inwiefern die aufgestellten Hypothesen mit der Auswertung des Fragebogens übereinstimmen.

3.2. Gestaltung der 3D Szene

Für die stilisierte 3D-Szene habe ich bewusst ein einfaches, aber atmosphärisch starkes Motiv gewählt: eine kleine Bahnstation, inspiriert von japanischen Vorstadt-Landschaften. Diese Szenerie bietet vielfältige Möglichkeiten, unterschiedliche Licht- und Farbsituationen zu gestalten, ohne durch komplexe Architektur oder Requisiten vom eigentlichen Fokus abzulenken. Die Grundstimmung sollte dabei gemütlich und freundlich wirken und dient als Basis, auf der ich gezielt mit Lichtszenarien experimentieren konnte.

Begonnen habe ich mit einem simplen Blockout und einer festen Kameraeinstellung, die während des gesamten Prozesses als visuelle Referenz diente (siehe Abb. 11). So konnte ich gezielt die Blickführung innerhalb der Szene steuern und gewährleisten, dass die Ergebnisse der späteren Befragung primär auf Licht und Farbe zurückzuführen sind, anstatt auf veränderte Perspektiven oder Bildkomposition. Die Kameraposition habe ich im Laufe der Entwicklung nur minimal angepasst, um neu hinzugefügten Assets gestalterisch gerecht zu werden. Schon im *Blockout* habe ich erste Platzierungen von Lichtquellen getestet, um herauszufinden, wo ich das Licht gezielt fokussieren kann und habe entsprechende *Assets* für die Szene gebaut. Besonders das Gebäude im Zentrum der Szene wurde stärker beleuchtet, um einen klaren Fokuspunkt zu setzen. Darüber hinaus habe ich weitere Lichtquellen wie Straßenlaternen oder einen Getränkeautomaten ergänzt, um verschiedene Arten von Licht im späteren Verlauf flexibel einsetzen und unterschiedlich beleuchten zu können.

Nachdem ich mit der Lichtwirkung zufrieden war, modellierte ich die Szene vollständig aus und texturierte alle *Assets*. Dabei habe ich bewusst auf stilistische Einheitlichkeit und eine reduzierte Komplexität geachtet, um die Aufmerksamkeit der Spieler*innen nicht zu sehr von der Licht- und Farbstimmung abzulenken. Die Farbgebung der *Assets* versuchte ich dabei überwiegend neutral zu halten, um die spätere Wirkung durch Beleuchtung klarer beurteilen zu können. Zu Beginn hatte ich mich bei den Bäumen für Kirschblüten in einem zarten Rosa entschieden, die allerdings nicht zur Neutralität des Bildes beitrugen, weshalb ich sie schließlich rausnahm und mit neutraleren, grünen Bäumen tauschte. Ich habe mich bewusst für eine Szene entschieden die sich draußen befindet, weil ich dort sowohl mit natürlichen Lichtquellen und atmosphärischen Effekten wie der

Sonne und Nebel spielen konnte, als auch mit künstlichen Lichtern. Dafür habe ich *Assets* gemodelt wie das Haus, den Automaten, die Straßenlaterne, das Fahrrad, den Zug oder die Ampel. So hatte ich eine vielfältige Auswahl an Lichtquellen, die ich beliebig anpassen konnte, abhängig von der jeweiligen Stimmung.

Für die Gestaltung der Szene habe ich bewusst Japan als Setting sowie japanische Schriftzeichen gewählt. Da davon ausgegangen werden kann, dass diese hierzulande nur von wenigen Personen verstanden werden, besteht nicht die Gefahr, dass Spieler*innen durch die Texte abgelenkt oder in ihrer Wahrnehmung beeinflusst werden. Dennoch war es mir wichtig, dass diese Schriftzeichen eine Bedeutung haben. So tragen die Stofflaken (sogenannte Noren), die vor der Eingangstür hängen, beispielsweise das Wort "Bahnhofs-Teehaus". Auf dem Zug steht "Kyoto" und der Text auf den beiden Schildern am Haus heißt übersetzt "alter geheimnisvoller Bahnhof". Ein kleiner zusätzlicher Text daneben lautet sinngemäß "Du bist in einem Traum". Um die Szene lebendiger wirken zu lassen, animierte ich den einfahrenden Zug sowie kleinere Elemente wie Windspiele oder sich bewegende Büsche und Bäume mit einer einfachen Windsimulation. Diese Animationen spielen für den Fragebogen allerdings keine Rolle, da die Auswertung ausschließlich auf statischen Screenshots basiert.



Abbildung 11: Entwicklung der Szene in der Unreal Engine. Links: Blockout-Assets ohne Texturen. Mitte: teilweise texturierte Assets. Rechts: finale Szene mit Standard-Beleuchtung.

3.3. Umsetzung der Licht- und Farbstimmungen

Nachdem die Szene vollständig von mir ausmodelliert wurde, war es an der Zeit, die verschiedenen Farbstimmungen umzusetzen. Dabei habe ich mir zunächst Gedanken gemacht, welche Stimmungen ich erzeugen möchte und habe mich letztendlich für fünf unterschiedliche Szenen entschieden. Zwischenzeitlich habe ich mit dem Gedanken gespielt, bei der Implementierung der unterschiedlichen Stimmungen auch stärkere

Wetterbedingungen wie Regen oder verfärbte Bäume einzubauen. Dies würde allerdings zu sehr das Ergebnis fälschen, da ich mich in dieser Arbeit überwiegend auf die Beleuchtung konzentrieren möchte. Eine Ausnahme dabei war der Einsatz von Nebel in bestimmten Szenen, da dieser einen atmosphärischen Effekt erzeugt (siehe Kapitel 2.2.1.) und damit auch für Darstellungen wie *God Rays* eine Rolle spielte.

Gemütlich und ruhig

Die erste Szene sollte die Stimmung vermitteln, die das Bild für mich persönlich am meisten ausstrahlt, weshalb ich mich für eine warme Farbstimmung entschieden habe (siehe Abb. 12). Im Kontrast zu der orangefarbenen Beleuchtung des Gebäudes steht der kühl-leuchtende Getränkeautomat, der dadurch etwas stärker hervorsticht und die Szene aufbricht. Das Sonnenlicht wirft einen warmen, leicht rötlichen Farbton. Ich habe mich dabei bewusst für einen Sonnenuntergang entschieden, damit sehr weiche Schatten entstehen, was beispielsweise bei einer Mittagssonne nicht der Fall gewesen wäre. Die Farbe des Himmels besteht außerdem aus einem orange-rosa Farbverlauf, der gut zusammenspielt mit der allgemeinen Farbstimmung der Szene. Das Gebäude wird leicht von hinten angestrahlt, wodurch ein *Keylight* auf das Dach des Hauses geworfen wird, um mehr Details und Tiefe in die Szene zu bringen und einen Sonnenuntergang hinter dem Haus zu simulieren. Durch die Tagessituation geben die Schatten einen rötlichen Ton ab, ohne dabei zu intensiv zu wirken. Die Straßenlaterne wirft ein angenehm warmes Licht und setzt dabei als *Spotlight* einen Akzent im vorderen Teil des Bildes. Das Fahrrad neben der Straßenlaterne wirft ebenfalls ein leichtes Licht ab und beleuchtet den Busch vor sich. Auch die Laternen am Haus leuchten in einem einladenden, warmen Orange.



Abbildung 12: Screenshot aus Unreal vom Lichtszenario “gemütlich und ruhig”

Düster und beklemmend

Die nächste Lichtstimmung, die ich umsetzen wollte, sollte genau das Gegenteil der vorherigen Stimmung sein. Statt gemütlich und fröhlich sollte das Licht und die Farben ein düsteres, beklemmendes Gefühl bei den Spieler*innen auslösen. Dafür habe ich mich für eine Nacht-Szene entschieden, bei der nun anstatt der Sonne hinter dem Haus der Mond bläulich hervor scheint (siehe Abb. 13). Die Beleuchtung vom Haus ist vollständig ausgeschaltet, bis auf den Getränkeautomaten, der durchgehend in Betrieb ist. Das kühle, grelle Licht vom Automaten soll bei den Spieler*innen ein Gefühl von Unwohlsein auslösen und das rote Leuchten der Ampel mit Gefahr assoziiert werden. Der einfahrende Zug leuchtet im Dunkeln ebenfalls stark. Die Straßenlaterne im Vordergrund hat mir bei zu starker Beleuchtung zu viel Fokus gezogen, weswegen ich sie versucht habe, sie nicht zu stark zu beleuchten. Dennoch gibt sie ein eher kühles Licht ab, wie auch alle anderen Lichtquellen in dieser Szene. Durch leichten Nebel wirken die vorhandenen Lichter sehr weich und es gibt viele dunkle Schatten in der Szene durch das fehlende Licht.



Abbildung 13: Screenshot aus Unreal vom Lichtszenario “düster und beklemmend”

Fröhlich und hell

Im Vergleich zur ersten Szene sollte diese Stimmung wesentlich heller wirken. Das natürliche Licht ist an der Mittagssonne orientiert und die Farben wirken fröhlich und einladend (siehe Abb. 14). Der Himmel gibt ein gesättigtes Blau ab und das frische Grün der Natur in der Umgebung kommt hier besonders stark zur Geltung. Das Haus ist von innen warm beleuchtet und die Lampen außen sind bei Tageslicht ausgeschaltet. Im Gegensatz zu den vorigen Szenen, habe ich hier die meisten künstlichen Lichtquellen ausgeschaltet, um den Fokus mehr auf das natürliche Licht der Sonne und die dadurch

entstehenden Schatten zu setzen. Die Sonne kommt von schräg rechts, wodurch das Haus kaum Schatten wirft. Dafür sieht man einige stärkere Schatten von den Bäumen und dem Zug. Es gibt kaum Nebel, wodurch sich die Szene insgesamt gut einsehen lässt.



Abbildung 14: Screenshot aus Unreal vom Lichtszenario “fröhlich und hell”

Kalt und mystisch

Die nächste Szene, sollte eine Mischung aus der ersten und zweiten Szene sein. Es sollte ein gewisses Gefühl von Melancholie und Ruhe vermitteln, aber gleichzeitig durch die Farbstimmung sehr kühl wirken (siehe Abb. 15). Das Haus selbst ist durch die warme Beleuchtung im Kontrast zum Rest besonders einladend und vermittelt einen Ort von Sicherheit. Das natürliche Licht gibt den Anschein von bewölktem, nebligem Wetter, was der ganzen Szene einen sehr mystischen Aspekt gibt. Draußen ist das Licht sehr kühl gehalten und desaturiert. Durch den Nebel werfen die künstlichen Lichter wie die Scheinwerfer vom Zug und die Straßenlaterne *God Rays*.



Abbildung 15: Screenshot aus Unreal vom Lichtszenario “kalt und mystisch”

Bedrohlich und surreal

In der letzten Szene wollte ich farblich übertreiben. Ich habe mich dabei für ein stark saturiertes Rot entschieden (siehe Abb. 16). Damit wollte ich schauen, wie intensiv die Emotionen bei den Spieler*innen werden können. Durch die vorige Recherche war mir bewusst, dass das starke Rot besonders Wut und Anspannung auslösen kann. Als Kontrast zum Rot habe ich mich bei der Beleuchtung vom Haus für ein unnatürliches Grün entschieden, was das Gefühl von Unsicherheit in der Szene verstärken sollte. Die Spieler*innen sollten sich fragen, was wohl in diesem Haus gerade vor sich geht und in was für einer Welt sie sich befinden. Ich wollte sie damit absichtlich weit von der Realität entfernen.



Abbildung 16: Screenshot aus Unreal vom Lichtszenario “bedrohlich und surreal”

3.4. Studiendesign & Datenerhebungsmethoden

Für die Untersuchung der verschiedenen Lichtszenarien habe ich eine quantitative Online-Umfrage mit Hilfe von Google Forms konzipiert. Vor der Erstellung habe ich mich mit verschiedenen Skalentypen beschäftigt. Aufgrund des gestalterischen Kontexts und meiner Zielsetzung, emotionale Reaktionen zu erfassen, habe ich bewusst auf die Verwendung einer festen Skala verzichtet und stattdessen Inspiration von unterschiedlichen Skalentypen geholt.

Eine für meine Zwecke passende Skala war zum einen die *Self-Assessment Manikin* (SAM). Es handelt sich dabei um eine nonverbale bildliche Beurteilung, die unterscheidet zwischen Valenz (wie positiv oder negativ fühlt sich etwas an), Erregung (Ruhe vs.

Aufregend) und Dominanz (Kontrolle vs. Überforderung) (Bradley, 1994). Diese verschiedenen Reize habe ich in die Tabelle der einzelnen Emotionen, in Form von *Multiple-Choice* Optionen, integriert. Die bei der SAM Skala üblichen Piktogramme, die die jeweilige Emotion verdeutlichen sollen, habe ich nicht mit einbezogen. Des Weiteren war die Skala *Positive and Negative Affect Schedule* (PANAS) von Bedeutung für meine Studie. Diese Skala erfasst die Stärke verschiedener positiver oder negativer Gefühle auf einer Skala von 1-5 (Watson, 1988). Im Fragebogen habe ich dies aufgenommen, indem ich nach der Abfrage einzelner Emotionen spezifischer auf bestimmte Gefühle und Reize eingegangen bin. Dabei habe ich ebenfalls eine Skala von 1-5 angelegt und die Proband*innen nach Gegensätzen ausgefragt: Kalt oder warm, natürlich oder künstlich, wohl oder unwohl. Damit wollte ich eine eindeutige Erhebung der verschiedenen positiven und negativen Emotionen der jeweiligen Szenen bekommen. Eine weitere Skala ist die *Color Emotion Scale*, mit der gemessen wird, welche Emotionen mit bestimmten Farben assoziiert werden (Valdez, 1994). Besonders beim Erstellen der einzelnen Lichtszenarien habe ich diese Skala als Vergleich genutzt, um zu entscheiden, welches Gefühl ich jeweils mit welcher Farbe auslösen möchte. Um den Proband*innen außerdem die Möglichkeit zu geben frei zu antworten, habe ich bei den einzelnen Emotionen die Möglichkeit offen gelassen, eigene Gefühle zu ergänzen. Optional war außerdem die freie Antwort, ihre Entscheidungen zu erklären, sowie allgemeine Ergänzungen zu der jeweiligen Szene.

Da jede einzelne Frage relevant sein sollte, war es mir sehr wichtig, den Fragebogen nicht unnötig kompliziert aufzubauen, indem ich zu viele Fragen stelle. Der Fokus sollte dabei besonders auf den einzelnen Bildern der verschiedenen Lichtszenarien liegen. Da Google Forms die Bilder relativ klein anzeigt, habe ich zu jedem Bild einen Link hinzugefügt, auf den die Proband*innen klicken konnten, um das Bild in hoher Qualität ansehen zu können. Ein wichtiger Punkt zur korrekten Erhebung der Daten war die Randomisierung der Szenen in Google Forms. Da dies leider nicht in Google Forms umzusetzen war, habe ich drei verschiedene Fragebögen angelegt, in denen ich die fünf Lichtszenarien jeweils in unterschiedlicher Reihenfolge dargestellt habe. Dies war ein wichtiger Schritt, um sehen zu können, ob die Reihenfolge der Bilder eine wesentliche Auswirkung auf die Emotionen der Proband*innen hinterlassen hat.

Des Weiteren wollte ich einige demografische Informationen zu den Proband*innen erhalten. Dabei habe ich bewusst die Herkunft weggelassen, weil mir die Auswertung verschiedener Kulturen als zu weitgreifendes und komplexes Thema erschien. Gefragt wurde die Altersspanne, das Geschlecht, das Verhältnis zu Videospiele, zu künstlerischen Tätigkeiten und ob eine Farb-Sehschwäche vorliegt. Wenn die Proband*innen angaben Videospiele zu spielen, gab es außerdem Zusatzfragen zu Videospiele. Bei diesen zusätzlichen Fragen wollte ich herausfinden, worauf Spieler*innen besonderen Wert legen in Spielen und ob sie schon einmal bewusst von Licht und Farbe emotional beeinflusst wurden. Die Frage zur Farb-Sehschwäche sollte mir einen Einblick dazu geben, ob Personen, die Farben anders wahrnehmen, auch Emotionen unterschiedlich deuten. Mit der Frage zur künstlerischen Branche wollte ich untersuchen, ob künstlerisch affine Personen Emotionen möglicherweise anders wahrnehmen, da sie durch ihren beruflichen oder persönlichen Bezug einen engeren Zugang zum Thema haben könnten.

3.5 Auswahl der Teilnehmer*innen und Ablauf der Studie

Die Auswahl der Teilnehmer*innen erfolgte überwiegend über Discord im Umfeld der Videospieleentwicklung, da ich durch meinen beruflichen Hintergrund in dieser Branche einen erleichterten Zugang zu potenziellen Proband*innen hatte. Da ich mich dazu entschieden hatte, die Herkunft beim Fragebogen außen vor zu lassen, habe ich mich auf Personen, die in Deutschland leben, beschränkt. Innerhalb der Spielebranche waren die Personen wie erwartet besonders offen gegenüber meines Fragebogens und es gab auch einige, die meine Umfrage innerhalb ihrer Kreise weitergegeben haben. Des Weiteren habe ich auch außerhalb der Spielebranche versucht Proband*innen zu finden, beispielsweise durch das Posten in allgemeineren Kanälen auf Discord und dem größeren Bekanntenkreis. Dabei ist mir aufgefallen, dass besonders das Finden einer breiten Altersspanne sich als schwierig herausgestellt hat. Bereits vor der Auswertung des Fragebogens war mir bewusst, dass die meisten Proband*innen sich eher in der jüngeren Altersspanne befinden würden. Dies liegt daran, dass ich die Umfrage vor allem auf Discord-Servern geteilt habe, auf denen sich hauptsächlich Studierende oder

Einsteiger*innen der Spieleindustrie befinden, wie Server der Hochschule oder Developer-Server.

Durch das Anlegen drei verschiedener Fragebögen (Fragebogen A, B und C) hatte ich die Möglichkeit, in den unterschiedlichen Discord Kanälen nur bestimmte Fragebögen zu posten, um am Ende auf allen Fragebögen genügend Antworten zu haben. Dabei war es schwer vorher einzuschätzen, wie viele Leute jeweils pro Kanal antworten, um die Fragebögen so ausgeglichen wie möglich zu halten. Der Vorteil beim Anlegen drei unterschiedlicher Fragebögen war der direkte Vergleich miteinander, um später starke Unterschiede sehen zu können. Um niemanden aufgrund der Sprache auszuschließen, habe ich einen der drei Fragebögen auf Englisch verfasst und jeweils als Alternative bereitgestellt. Zwar kann ich kulturelle Unterschiede nicht vollständig ausschließen, aber da alle Teilnehmer*innen in Deutschland leben, gehe ich von einer insgesamt ähnlichen kulturellen Prägung aus.

Ich habe den Proband*innen so wenig Kontext wie möglich zur Umfrage gegeben, um sie nicht zu stark zu beeinflussen. Sie wussten lediglich, dass es sich um eine Studie im Rahmen meiner Masterthesis zu Emotionen von Licht und Farbe in Spielen handelt. Die einzelnen Bilder wurden jeweils nur mit „Bild 01“, „Bild 02“ beschriftet, um auch dort keine Beeinflussung der Emotionen durch schriftliche Beschreibungen der Szene zuzulassen. Die Umfrage war insgesamt mit ungefähr 5-10 Minuten sehr kurz angesetzt. Dabei habe ich den Proband*innen oft die Möglichkeit gelassen, sich schriftlich ausführlicher zu äußern, falls dies gewünscht war. Falls nicht, war es auch möglich, nur die notwendigen Fragen zu beantworten.

Am Ende der Teilnahme gab es zum Zeitpunkt der Auswertung insgesamt 60 Proband*innen, die an der Studie teilgenommen haben. Davon haben 19 Personen Fragebogen A ausgefüllt, 30 Fragebogen B und 11 Fragebogen C. Für eine optimale Vergleichbarkeit wäre eine gleichmäßige Verteilung auf alle drei Versionen wünschenswert gewesen. Mir war jedoch bereits im Vorfeld bewusst, dass insbesondere der englischsprachige Fragebogen voraussichtlich weniger Teilnehmer*innen erreichen würde. Trotzdem bin ich mit der Gesamtzahl der Teilnahmen äußerst zufrieden. Nach der Auswertung des Fragebogens kamen noch weitere Antworten hinzu, welche ich in dieser Masterthesis nicht weiter berücksichtigt habe.

4. Ergebnisse und Diskussion

Im folgenden Kapitel werden die erhobenen Daten ausgewertet und im Hinblick auf die Forschungsfragen anschließend diskutiert.

4.1. Auswertung der Daten und Darstellung der Ergebnisse

Da der Fragebogen in A, B und C unterteilt wurde, um die Bilder in unterschiedlicher Reihenfolge zu zeigen, musste zuerst einmal dafür gesorgt werden, dass diese zu einem einzigen Fragebogen zusammengeführt werden. Dies habe ich erzielt, indem ich die erstellten Fragebögen von *Google Forms* in *Google Sheets* integriert habe. Dort gab es nun die jeweils drei getrennten Fragebögen und einen, der alle zusammenfasst. Dies war wichtig, um später einerseits Unterschiede zwischen den einzelnen Fragebögen sichtbar zu machen und andererseits eine Gesamtauswertung vornehmen zu können.

Im Folgenden gehe ich auf die einzelnen Szenen und die darauf gegebenen Antworten ein. Da die Bilder pro Fragebogen an einer anderen Position standen, habe ich zur besseren Orientierung den Bildern im Nachhinein *IDs* (zweibuchstabile Kennungen zur eindeutigen Identifikation) zugewiesen. Da dies erst nach der Befragung erfolgt ist, wurde es von den Proband*innen so nicht im Fragebogen eingesehen. Die Bilder haben folgende *IDs*: CY, DK, HY, MY, SY. Die Abkürzungen dienen hauptsächlich zur besseren und zügigen Orientierung innerhalb der Auswertungstabelle. Da ich jedes der Bilder auf der Annahme von bestimmter Gefühlswahrnehmungen angelegt habe, werde ich im Folgenden die von mir vorgesehene Stimmung dazu schreiben, damit auf die im Methodik-Teil in Kapitel 3.3. erwähnten Lichtstimmungen Bezug genommen werden kann. Bei der Auswertung des Fragebogens werde ich die Ergebnisse in aufgerundeten Prozenten wiedergeben, um eine bessere Übersicht zu vermitteln. Dabei ist zu beachten, dass die Prozente bei den auswählbaren Emotionen insgesamt 100 % übersteigen, da Proband*innen mehrere Antworten auswählen konnten. Bei den Skalen war dies nicht der Fall, womit sich dort ein Gesamtwert von 100 % ergibt. In den beigefügten Diagrammen sieht man jeweils das Verhältnis im Vergleich zur maximalen Anzahl der 60 Proband*innen.

Damit die Abbildungen nicht zu viel Raum einnehmen, wurden die Grafiken zur Auswertung der Emotionen in der Höhe gekürzt. Zusätzlich angegebene Emotionen habe ich beim Diagramm nicht mit einbezogen, da es nur vereinzelte Abweichungen gab. Innerhalb der Auswertung, werde ich diese nur berücksichtigen, wenn dabei mehrere ähnliche Emotionen zusätzlich genannt wurden oder besonders hervorgestochen sind. Oft handelte es sich allerdings um ähnliche Emotionen, wie die bereits von mir auswählbaren.

Bild CY (gemütlich, ruhig)

Bei Bild CY nannten 82 % der Proband*innen Ruhe als vorrangige Emotion (siehe Abb. 17). Auch Nostalgie wurde mit 57 % häufig genannt. Geborgenheit folgte mit 50 %, also mit genau der Hälfte aller Teilnehmer*innen. Ebenfalls häufig ausgewählt wurden Melancholie (38 %) und Freude (30 %). Andere, meist negativ konnotierte Emotionen, wurden mit 0 % bis 5 % kaum oder gar nicht genannt. Der Begriff *cozy* wurde von drei Proband*innen (5 %) zusätzlich als Emotion aufgeschrieben.

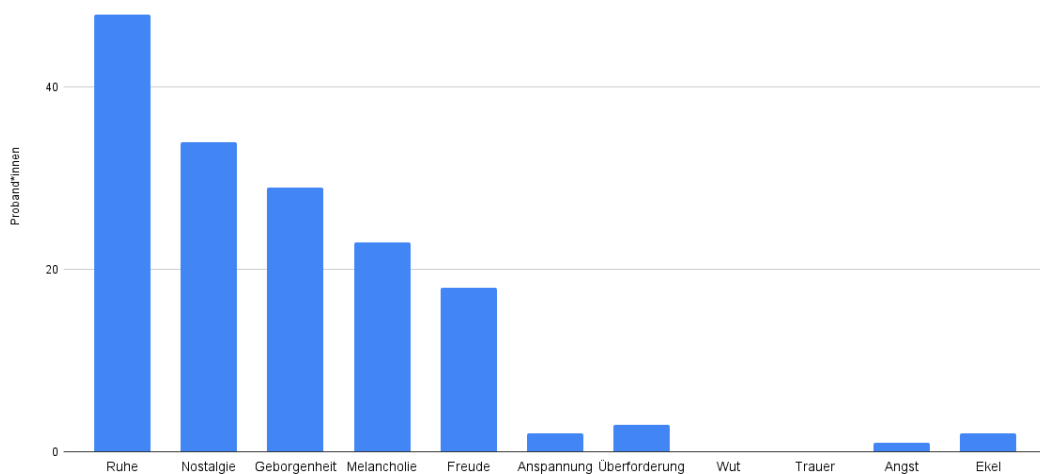


Abbildung 17: Google Sheets Auswertung der Emotionen von Bild CY

Auf der Skala zur Frage, wie wohl oder unwohl man sich bei der Szene fühlte (1 = wohl, 5 = unwohl), wählten 68 % die 1 und 23 % die 2. Die neutrale Mitte wurde von niemandem gewählt (siehe Abb. 18). Etwa 7 % entschieden sich für die 4, während 2 % angaben, sich sehr unwohl gefühlt zu haben (5). Bei der Einschätzung, wie natürlich oder künstlich das Licht wirkte (1 = sehr natürlich, 5 = sehr künstlich), verteilten sich die

Antworten wie folgt: 25 % wählten die 1, 42 % die 2, 15 % die 3, 13 % die 4 und 5 % die 5. Die letzte Skala betraf die gefühlte Temperatur der Lichtstimmung (1 = sehr kalt, 5 = sehr warm). Während 1, 2 und 3 jeweils nur von einer Person (2 %) Zustimmung erhielten, gaben 30 % die gefühlte Temperatur mit 4 an. 65 % bewerteten die Szene als sehr warm (5).

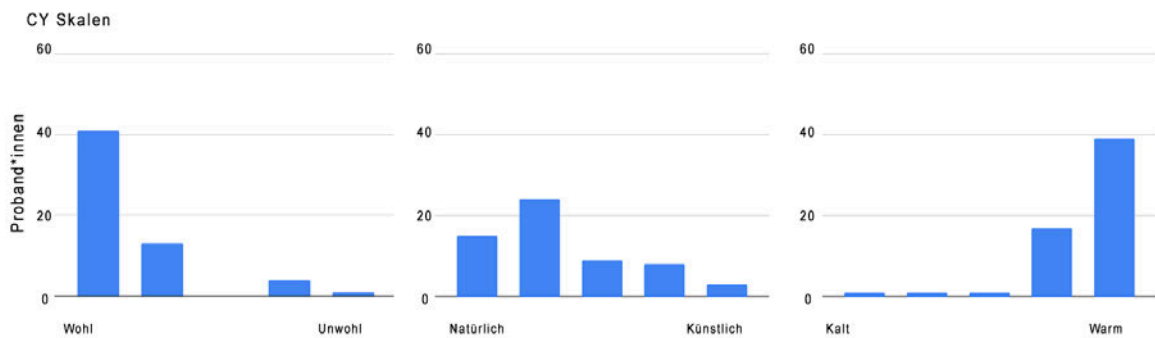


Abbildung 18: Google Sheets Auswertung der unterschiedlichen Skalen von Bild CY

Im Anschluss an die geschlossenen Fragen hatten die Teilnehmer*innen die Möglichkeit ihre Emotionswahrnehmung näher zu erläutern. Insgesamt nutzten bei der Szene CY 40 von 60 Personen, also ca. 67 %, dieses Feld. Die offenen Antworten lassen sich thematisch in mehrere, wiederkehrende Begriffe clustern. Zum einen beschrieben viele die Lichtstimmung als *warm*, *wohlig* oder *einladend*. Wörter wie *Ruhe* oder *Entspannung* wurden dabei ebenfalls mehrfach genannt. Des Weiteren wurde mehrmals auf persönliche Erinnerungen an Sommerabende, Urlaube oder Kindheitserlebnisse Bezug genommen, häufig in Verbindung mit Bahnfahrten. Diese Erinnerungen lösten laut den Aussagen der Proband*innen teilweise Nostalgie oder ein Gefühl von Vertrautheit aus. Einige Personen beschrieben die Szene als *menschenleer* oder *friedlich*, während andere auf die ästhetische Wirkung des warmen Lichts in Kombination mit der Naturkulisse eingingen. Es wurden außerdem einige Vergleiche zu Medien wie den Ghibli-Filmen oder Animal Crossing gezogen. Vereinzelt wurden auch kritische Anmerkungen gemacht: Einige Teilnehmer*innen empfanden die Farbgestaltung als etwas überzeichnet oder unnatürlich, insbesondere die Kombination von Rot- und Orangetönen. In Einzelfällen wurde das Licht als *Diskolicht* oder *wrong (falsch)* beschrieben. Des Weiteren gab es vereinzelt Personen, die negative Assoziationen mit der Szene in Verbindung brachten, wie ein als unangenehm empfundenen Videospiel.

Bild DK (düster, beklemmend)

Bei der Szene DK gaben 50 % der Proband*innen Ruhe als Emotion an, die sie mit der Szene verbinden (siehe Abb. 19). Melancholie wurde von 43 % genannt, dicht gefolgt von Anspannung mit 40 %. Angst wurde von 38 % der Proband*innen angegeben. Weniger häufig, aber dennoch mehrfach genannt, waren Trauer (17 %), Nostalgie (13 %) und Geborgenheit (8 %). Die Emotionen Überforderung (3 %) sowie Freude, Wut und Ekel (jeweils 0 %) wurden kaum bis gar nicht genannt. Einsamkeit wurde von vier Personen (7 %) zusätzlich als Gefühl benannt.

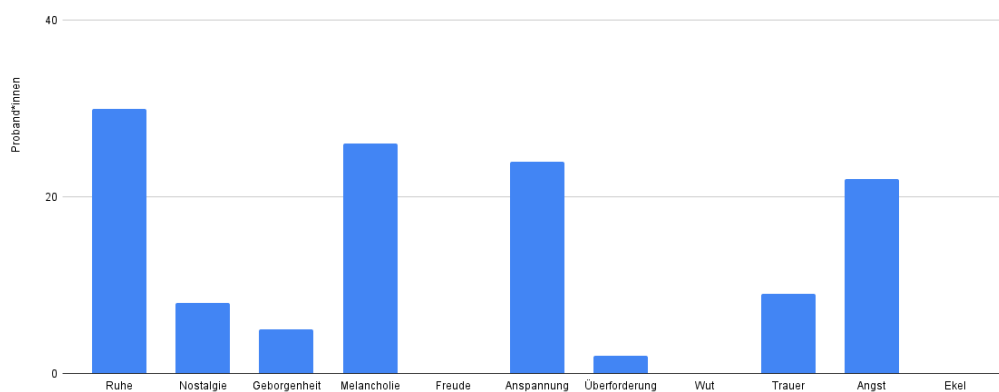


Abbildung 19: Google Sheets Auswertung der Emotionen von Bild DK

Bei der Einschätzung, wie wohl oder unwohl sich die Proband*innen in der Szene gefühlt haben (1 = wohl, 5 = unwohl), gaben 37 % der Befragten eine 4 an (siehe Abb. 20). 28 % wählten eine 2, 18 % eine 3 und 12 % die 1. Nur 5 % bewerteten ihr Empfinden mit einer 5, also „sehr unwohl“. Auf der Skala zur Wahrnehmung der Lichtquellen (1 = sehr natürlich, 5 = sehr künstlich) wählten jeweils 28 % der Teilnehmer*innen die 1 und die 2. Weitere 20 % entschieden sich für die Mitte (3), 18 % für eine 4 und 5 % empfanden die Lichtquellen als sehr künstlich (5). In Bezug auf die gefühlte Temperaturwirkung (1 = sehr kalt, 5 = sehr warm) wurde die Szene von der Mehrheit als kühl empfunden: 50 % der Proband*innen wählten die 2, 43 % die 1. Lediglich 5 % entschieden sich für die 3, während 2 % eine 4 angaben. Die 5 wurde von niemandem gewählt.

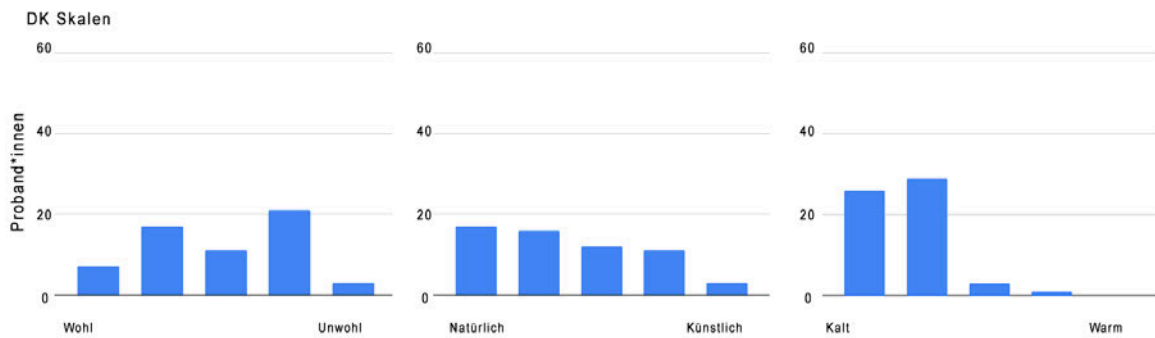


Abbildung 20: Google Sheets Auswertung der unterschiedlichen Skalen von Bild DK

In den offenen Antworten zur Szene DK beschrieben viele Teilnehmer*innen die Atmosphäre mit Begriffen wie *dunkel*, *verlassen*, *unheimlich* oder *kalt*. Auch hier wurden mehrfach Assoziationen zu Kindheitserinnerungen, nächtlichen Situationen und dem Aufenthalt an Bahnhöfen genannt. Einige Antworten enthielten konkrete Begriffe wie *Geisterzug*, *creepy vibes* oder *Gänsehaut*. Vereinzelt wurde die Szene im Kontrast dazu *ruhig*, *peaceful (friedlich)* oder *atmosphärisch* beschrieben. In mehreren Fällen wurde die Geräuschkulisse nachempfunden, indem der Wind, elektrisches Rauschen oder Zuggeräusche beschrieben wurden. Ein Teil der Proband*innen erwähnte gegensätzliche Eindrücke, indem gleichzeitig positive und negative Emotionen wie Ruhe und Anspannung oder Geborgenheit und Angst in einem Satz genannt wurden.

Bild HY (fröhlich, hell)

Bei den auswählbaren Emotionen wurde die Szene mit Abstand am häufigsten mit Freude (74 %) in Verbindung gebracht (siehe Abb. 21). Gefolgt von Ruhe (45 %) und Geborgenheit (37 %), sowie in geringerem Maße Nostalgie (8 %). Negative Emotionen spielten insgesamt kaum eine Rolle: Angst, Wut und Überforderung wurden nicht oder nur vereinzelt genannt. Ekel und Trauer traten ebenfalls jeweils nur bei einer Person (2 %) auf. Der Begriff Abenteuerlust wurde als zusätzliche Emotion von zwei Personen (3 %) genannt.

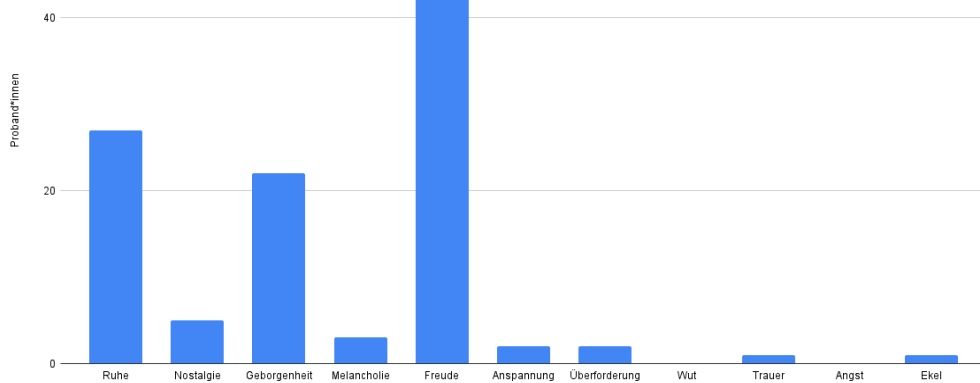


Abbildung 21: Google Sheets Auswertung der Emotionen von Bild HY

Auf der Skala von wohl (1) bis unwohl (5) wurde die Szene überwiegend als positiv wahrgenommen (siehe Abb. 22). 60 % der Teilnehmer*innen wählten den höchsten Wert (1), weitere 28 % stimmten mit der 2. Nur sehr wenige Stimmen verteilten sich auf die Werte 3 bis 5. Auch auf der Skala von sehr natürlich (1) bis sehr künstlich (5) überwiegt eine klare Tendenz: 57 % nannten den Wert 1, weitere 25 % die 2. Die Werte 3, 4 und 5 wurden mit jeweils 8 %, 7 % und 3 % viel seltener ausgewählt. Im Hinblick auf die Temperaturwahrnehmung, also die Skala von sehr kalt (1) bis sehr warm (5), wählte die Mehrheit den Wert 4 (50 %), gefolgt von 3 (37 %) und 5 (12 %). Der Wert 1 wurde nur ein einziges Mal genannt, der Wert 2 gar nicht.

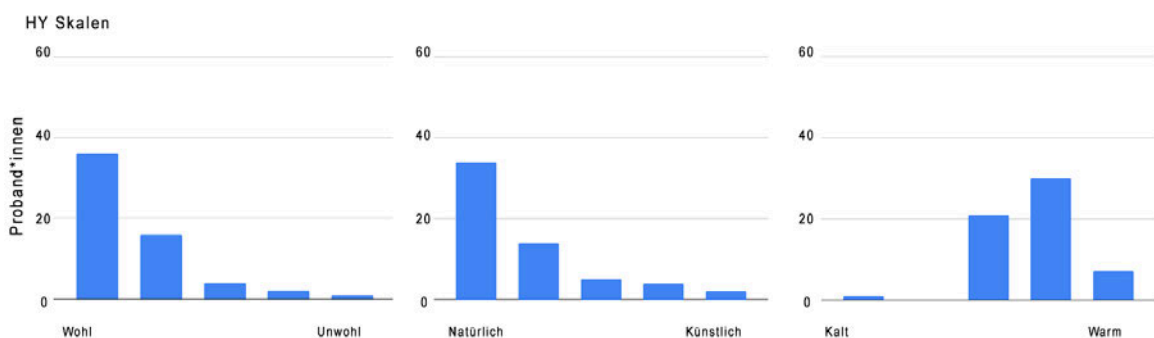


Abbildung 22: Google Sheets Auswertung der unterschiedlichen Skalen von Bild HY

In den Kommentaren zu Szene HY bezogen sich mehrere Proband*innen auf sommerliches Wetter, sonnige Tage oder Urlaubsstimmung. Es wurden Begriffe wie *freundlich*, *lebendig*, *farbenfroh* und *einladend* verwendet. Einige Kommentare

beinhalteten Assoziationen mit Kindheit, Zeichentrickfilmen oder Ausflügen. Es wurden Begriffe wie *Tatendrang*, *Wärme*, *Energie* und *Geborgenheit* genannt. Die Darstellung wurde teilweise mit bestimmten Tageszeiten, wie dem frühen Morgen oder dem Mittag, in Verbindung gebracht. Einige Personen beschrieben die Szene auch hier im Zusammenhang mit persönlichen Erinnerungen, beispielsweise an Erfahrungen auf dem Land oder das Warten am Bahnhof auf einen Zug. Einzelne Kommentare äußerten Kritik an der Lichtstimmung oder bestimmten Elementen der Szene: Es wurden Begriffe wie *flach*, *overwhelming* (*überwältigend*) oder *unfertig* verwendet. Auch wurde angemerkt, dass Farben oder Lichtverhältnisse als unnatürlich wahrgenommen wurden. Die Kommentare zeigten insgesamt verschiedene Perspektiven auf Szene HY, die sowohl allgemeine Eindrücke als auch persönliche Assoziationen, besonders im Zusammenhang mit dem Sommer, beinhalteten.

Bild MY (kalt, mystisch)

In den abgefragten Emotionen wurde die Szene am häufigsten mit Ruhe (50 %) und Anspannung (27 %) in Verbindung gebracht (siehe Abb. 23). Auch Melancholie wurde von 23 % der Teilnehmer*innen häufiger genannt. Die Emotionen Geborgenheit (12 %) und Freude (8 %) traten deutlich seltener auf. Negative Emotionen wie Trauer (7 %), Angst (5 %) und Ekel (3 %) wurden vereinzelt genannt, während Wut und Überforderung in dieser Szene keine Rolle spielten. Zusätzlich wurde die Szene von jeweils zwei Proband*innen (3 %) als mysteriös und *cozy* beschrieben.

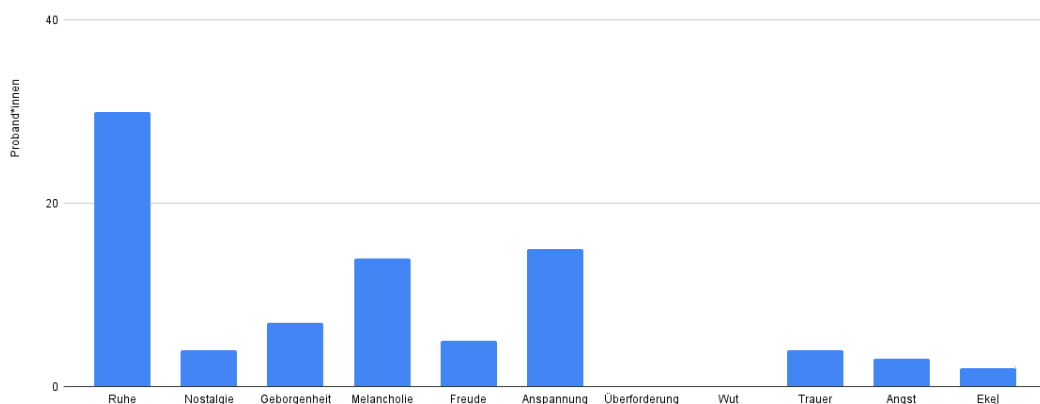


Abbildung 23: Google Sheets Auswertung der Emotionen von Bild MY

Die Skala von wohl (1) bis unwohl (5) zeigt eine breitere Streuung der Bewertungen (siehe Abb. 24). Die größte Gruppe wählte den mittleren Wert 3 (37 %), gefolgt von 2 (28 %) und 4 (17 %). Der höchste Wohlfühlwert (1) wurde von 12 % vergeben, während 7 % die Szene mit dem Wert 5 einstuften. Auf der Skala von natürlich (1) bis künstlich (5) ist die Verteilung ebenfalls relativ ausgeglichen. Die meisten Personen wählten 2 (30 %), gefolgt von 4 (27 %) und 3 (20 %). Die Randwerte 1 und 5 wurden jeweils von 12 % angegeben. Bei der Einschätzung von kalt (1) bis warm (5) wurde die Szene überwiegend im kühleren Bereich eingeordnet. 48 % wählten den Wert 2, gefolgt von 3 (27 %) und 1 (17 %). Die Werte 4 und 5 wurden kaum bzw. gar nicht vergeben.

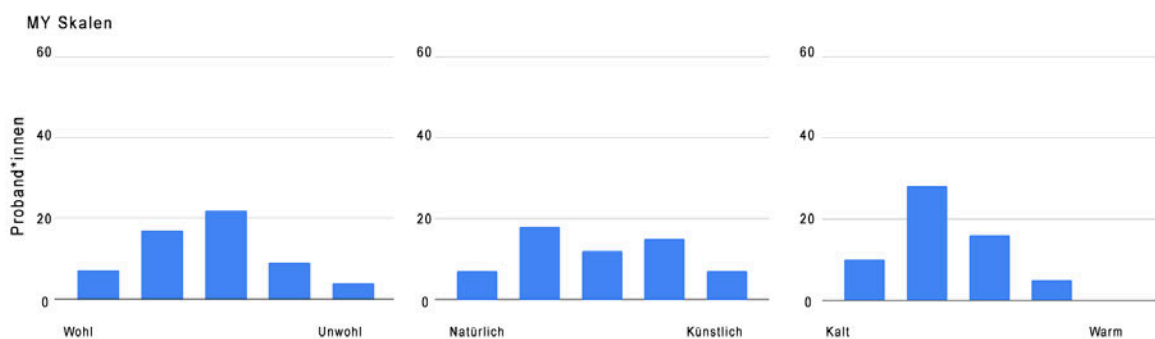


Abbildung 24: Google Sheets Auswertung der unterschiedlichen Skalen von Bild MY

In den Kommentaren zu Bild MY wurde der Nebel als prägendes Element wahrgenommen. Viele Personen beschrieben eine neblige, kühle oder feuchte Atmosphäre, die teilweise mit frühen Morgenstunden oder Wintertagen assoziiert wurde. Einige verbanden damit persönliche Erinnerungen, etwa an Kindheit oder den Weg zur Schule. Der Nebel wurde sowohl mit einer gewissen Ruhe als auch mit Unsicherheit oder Fremdheit verknüpft. Das warme Licht im Inneren des Gebäudes wurde wiederholt erwähnt und damit häufig als Kontrast zur kühlen Außenwelt beschrieben, wobei Begriffe wie *gemütlich* oder *geborgen* damit in Verbindung gebracht wurden. In mehreren Kommentaren entstand dadurch eine Zweiteilung des Bildes. Das Innere des Hauses und der Bahnsteig wurden eher als sicher und behaglich empfunden, die Umgebung dagegen potenziell bedrohlich. Einige Kommentare thematisierten die Lichtstimmung und Farbgestaltung. Dabei wurden Unstimmigkeiten wahrgenommen, zum Beispiel durch ungewöhnliche Farbkontraste, einen grünlich-blauen Farbstich oder unlogische Lichtverhältnisse. Einzelne Proband*innen äußerten, dass die Szene in ihrer

Wirkung uneindeutig oder widersprüchlich erschien. Die Mischung aus kaltem Umgebungslicht und warmem Licht aus dem Gebäude wurde dabei sowohl positiv als auch negativ aufgenommen. Darüber hinaus empfanden manche die Szene als *ruhig* oder *cozy*, während andere eine unterschwellige Spannung oder eine gewisse Distanz empfanden. Auch Assoziationen mit einer Videospiele-Atmosphäre oder einer magisch wirkenden Szenerie wurden genannt.

Bild SY (bedrohlich, surreal)

In Bezug auf die abgefragten Emotionen wurde die Szene überwiegend mit Anspannung (75 %) und Angst (65 %) assoziiert (siehe Abb. 25). Auch Wut wurde mit 18 % relativ häufig genannt. Weitere negative Emotionen wie Überforderung (8 %) und Ekel (7 %) traten vereinzelt auf. Positive oder neutrale Empfindungen wie Ruhe, Geborgenheit oder Melancholie wurden jeweils nur von 2 % der Personen genannt. Freude und Nostalgie wurden nicht gewählt. Dafür schrieben vier Personen unabhängig voneinander Neugier (7 %) als zusätzliche Emotion auf.

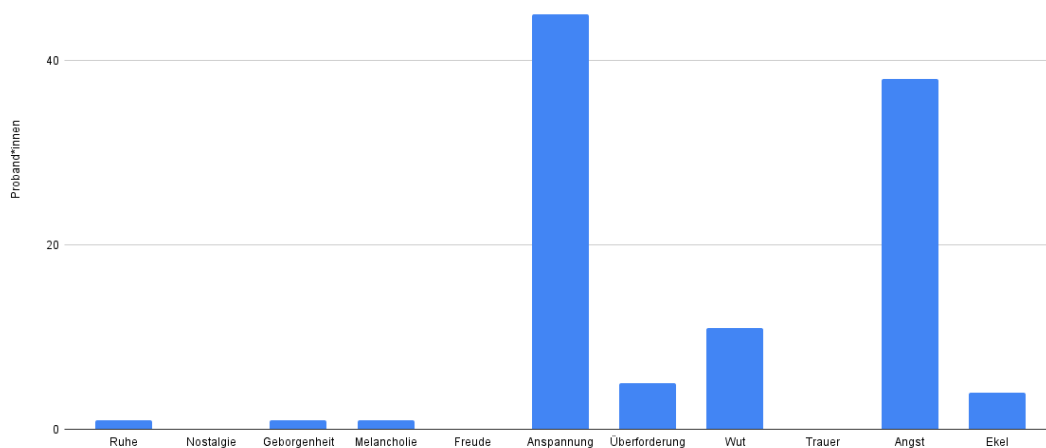


Abbildung 25: Google Sheets Auswertung der Emotionen von Bild SY

Die Skala von wohl (1) bis unwohl (5) wurde deutlich auf der negativen Seite bewertet (siehe Abb. 26). Der Wert 5 wurde mit 58 % am häufigsten genannt, gefolgt von 4 (30 %). Die Werte im unteren Bereich (1 bis 3) wurden seltener vergeben (8 % bis 2 %). Auch die Einschätzung auf der Skala von natürlich (1) bis künstlich (5) fiel überwiegend

negativ aus: 70 % der Proband*innen stuften die Szene als sehr künstlich ein, 23 % wählten den Wert 4. Die restlichen Bewertungen verteilten sich auf die Werte 2 und 3 (jeweils 3 %). Bei der Skala von kalt (1) bis warm (5) war der häufigste Wert 3 (42 %), gefolgt von 5 (27 %) und 4 (17 %). Der Wert 2 wurde von 13 % der Proband*innen gewählt und Wert 1 von nur 2 %.

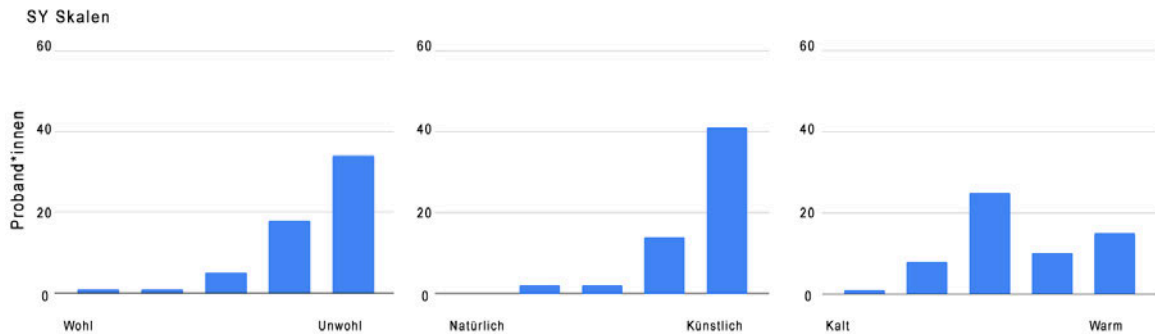


Abbildung 26: Google Sheets Auswertung der unterschiedlichen Skalen von Bild SY

Bei der offenen Beschreibung des Bildes SY berichteten viele Teilnehmer*innen von einer als unnatürlich empfundenen Lichtstimmung, insbesondere durch die dominante rote Farbgebung. Mehrfach wurde das Licht als *intensiv*, *ungewöhnlich* oder *overwhelming (überwältigend)* beschrieben. Einige gaben an, das rote Licht habe sie an *Blut*, die *Hölle* oder einen *Waldbrand* erinnert. In Kombination mit dem grünlich leuchtenden Fenster im Inneren des Gebäudes führten die Farbkontraste bei einigen zu Irritation oder Verwirrung über die Lichtquelle. Mehrere Personen beschrieben die Szene als potenziell *gefährlich* oder *unheimlich*. Es wurden Vergleiche zu Horror- oder Zombiefilmen gezogen, ebenso wie zu dystopischen oder Sci-Fi-Szenarien. Auch der Eindruck, sich in einer *Parallelwelt* oder einem *Albtraum* zu befinden, wurde vereinzelt erwähnt. Einige Kommentare beinhalteten Formulierungen wie *alarmierend*, *creepy*, *bedrohlich* oder *surreal*. Die Farben wurden oft als stark, kontrastreich und künstlich wahrgenommen. Besonders die Kombination aus Rot und Grün wurde mehrfach als *ungewöhnlich* oder störend empfunden. Einzelne Personen beschrieben, dass sie sich durch die Szenerie stark angespannt fühlten. Manche berichteten davon, sich nicht gut konzentrieren zu können oder empfanden ein Gefühl von Kontrollverlust.

Bei Bild CY (gemütlich, ruhig) zeigten sich Unterschiede in der Verteilung der Emotionen je nach Reihenfolge der Präsentation. Proband*innen, die das Bild zuletzt sahen, antworteten emotional diverser als jene, die es zuerst sahen. Bei Szene DK (düster, beklemmend) zeigte sich der deutlichste Unterschied: Die Teilnehmer*innen, die zuvor das Bild SY gesehen hatten, bewerteten DK weniger mit Angst oder Anspannung, dafür häufiger mit Ruhe oder Melancholie. Für Szene MY (kalt, mystisch) galt Ähnliches. Bei dem Bild HY konnte innerhalb der verschiedenen Fragebögen kein großer Unterschied festgestellt werden.

In den offenen Kommentaren wurde mehrfach erwähnt, dass die Reihenfolge der präsentierten Szenen einen Einfluss auf deren Wahrnehmung hatte. Einige Teilnehmer*innen berichteten, dass sie sich im Laufe der Befragung stärker in die Aufgabe einfühlen konnten. Besonders zu Beginn fiel es laut Kommentaren einigen schwer, ihre Emotionen oder Eindrücke klar zu benennen, während dies im Verlauf leichter wurde. Es wurde auch angemerkt, dass spätere Szenen teilweise in Relation zu vorherigen eingeschätzt wurden, etwa durch Formulierungen wie *im Vergleich zu vorigen Szenen* oder *zu anderen Bildern vorher*. Zudem fühlten sich einige Proband*innen mit der Zeit sicherer, andere gaben an, gegen Ende eher routiniert oder weniger emotional geantwortet zu haben. Eine Person gab deren Neurodiversität mit diagnostiziertem AuDHD (Autismus und Aufmerksamkeitsdefizitstörung) als Grund für mögliche Abweichungen an. Da dies nur von einer einzelnen Person angegeben wurde, kann dieser Aspekt innerhalb dieser Studie jedoch nicht umfassender untersucht werden.

Da die meisten Teilnehmer*innen angegeben haben, dass sie entweder beruflich oder hobbymäßig im künstlerisch-kreativen Bereich tätig sind, war es schwer, Unterschiede auszuwerten. Die Personen, die „beruflich“ angegeben haben, waren etwas detaillierter mit ihren offenen Antworten und auch kritischer. Es gab genauso viele männliche, wie weibliche Teilnehmer*innen, sowie 4 diverse Personen. Allerdings gab es zwischen den Geschlechtern keine signifikanten Unterschiede. Da niemand eine Farbseh-Schwäche angegeben hat, ist auch dort eine Differenzierung zwischen unterschiedlichen Antworten nicht möglich. Von den 60 Teilnehmer*innen haben 58 (97 %) angegeben, dass sie Videospiele spielen, davon 43 % mehrmals die Woche und 23 % sogar täglich. Der Großteil hat also einen größeren Bezug zu Videospiele. Bei der Frage, worauf die Proband*innen bei Videospiele am meisten Wert legen, wurde mit 39 % am häufigsten

von *allem ein bisschen* geantwortet. Darauf folgte *Gameplay* mit 26 %, *Atmosphäre* mit 21 % und anschließend mit 10 % *Story*. Die *Grafik* stand bei niemandem im Vordergrund. Bei den Fragen, ob *Licht und Farbe* in Spielen die Proband*innen schon einmal bewusst emotional beeinflusst hat, wurden mit einer klaren Mehrheit von 97 % beide Fragen bejaht.

4.2. Interpretation der Ergebnisse

Die Auswertung der Emotionen ergab überwiegend die von mir erwarteten Ergebnisse, was darauf hindeutet, dass die gewählten Licht- und Farbkombinationen die jeweils beabsichtigte Wirkung, bis auf einige Ausnahmen, sehr zuverlässig hervorrufen. Damit bestätigt sich meine Grundannahme (H1), dass unterschiedliche Lichtszenen verschiedene Emotionen hervorrufen können. Es gab allerdings auch Ausnahmen bei den Ergebnissen, die meist von den Proband*innen über die offenen Fragen näher erläutert wurden. Auffällig war, dass häufig spezifische persönliche Erinnerungen genannt wurden, die die Wahrnehmung einer Szene stark veränderten. Dies verdeutlicht, wie sehr individuelle Erfahrungen unsere emotionale Wahrnehmung prägen können. Auch Vergleiche mit anderen Filmen oder Spielen wurden öfter erwähnt, wodurch sich ebenfalls schließen lässt, dass Medien sowohl positiven als auch negativen Einfluss haben und unser Stimmungsbild stark verändern können.

Bei den selbst aufgeschriebenen Emotionen der Proband*innen war besonders hervorzuheben, dass der Begriff *Neugier* von vier verschiedenen Personen unabhängig voneinander bei der SY Szene (*bedrohlich, surreal*) genannt wurde. Es scheint, dass eine sehr unwirkliche Szene bei den Proband*innen eher das Interesse weckt, mehr über diese surreale Welt herauszufinden, als es bei realistischeren Lichtszenarien der Fall ist.

Eine interessante Beobachtung waren die ambivalenten Antworten bei den kälteren Lichtstimmungen *Bild DK* und *Bild MY*. Dort wurden neben den eher negativ gelesenen Emotionen, wie *Angst* und *Anspannung*, häufig auch gegensätzliche Emotionen wie *Melancholie* und *Ruhe* wahrgenommen. Dies deutet darauf hin, dass Orte mit kühler Farbgebung und dunkler Lichtgestaltung zwar eine gewisse Einsamkeit oder Beklemmung auslösen können, gleichzeitig aber auch als still oder beruhigend

wahrgenommen werden. Damit wird meine Annahme (H3), dass dunkle Beleuchtung und kühle Farben eher negative Emotionen auslösen, nur zum Teil bestätigt. Die emotionale Wirkung solcher Szenen scheint stark vom individuellen Empfinden abzuhängen. Szenen wie CY oder HY wurden im Kontrast dazu deutlich weniger mit ambivalenten Emotionen in Verbindung gebracht, wodurch sich Hypothese 2, also die Annahme, dass sich Szenen mit hoher Helligkeit und warmen Farbtönen häufiger mit positiven Emotionen assoziieren lassen, größtenteils bestätigt.

Die Skalen Wohl-Unwohl und Natürlich-Künstlich waren bei der DK und MY Szene ebenfalls deutlich ambivalenter als bei den anderen drei Bildern. Die Warm-Kalt Skala war bei DK und MY wesentlich stärker in Richtung Kälte einzuordnen, was ich darin begründet sehe, dass diese Skala mehr durch die bläuliche Farbe assoziiert wird und weniger über Emotionen. Im Kontrast dazu steht die Warm-Kalt Skala von der Szene SY, wo die Proband*innen am meisten die Mitte wählten. Aufgrund des stark gesättigten Rots hätte ich eigentlich eine Tendenz zu einer wärmeren Wahrnehmung erwartet. Die Szene löste bei den Proband*innen jedoch eher Emotionen wie Angst und Unbehagen aus, was insgesamt zu einer weniger warmen Wirkung führte. Es scheint, als würde Wärme bei einigen Personen mit einem eher positiven Empfinden gleichgesetzt werden. Bei der Natürlich-Künstlich Skala wurde die HY Szene mit Abstand am natürlichsten wahrgenommen, was sich dadurch erklären lässt, dass kaum künstliche Lichter in dieser Szene eingeschaltet waren. Die CY Szene (gemütlich, ruhig) wurde etwas weniger natürlich wahrgenommen als von mir erwartet, was ich darauf zurückführe, dass das stark gesättigte Licht des Sonnenuntergangs auf einige Proband*innen zu intensiv und somit unnatürlich wirkte. Die Annahme (H5), dass weiche Schatten eher eine ruhige oder melancholische Grundstimmung fördern, konnte nur teilweise bestätigt werden. Die offenen Antworten zeigten, dass die Emotionen häufig stärker von anderen Faktoren, wie Farben und Helligkeit, beeinflusst wurden.

Die mit Abstand stärkste künstlich wahrgenommene Szene war SY. Allerdings lässt sich hier deutlich erkennen, dass der Begriff "künstlich" im Zusammenhang mit den unnatürlichen Farben der Sonne und dem Licht im Haus steht und weniger mit dem Unterschied zwischen natürlichen (zB. Sonnenlicht) und künstlichen (zB. Straßenlaternen) Lichtern. Allerdings würde ich argumentieren, dass eine stark rot leuchtende Sonne ebenfalls eine künstliche Lichtquelle ist, da sie mit der Realität nichts

zu tun hat. Somit bestätigt sich meine Annahme (H4), wonach eine höhere Anzahl künstlicher Lichtquellen verstärkt negative Gefühle auslöst.

Es war deutlich zu beobachten, dass die Reihenfolge der Bilder eine Rolle bei den Antworten der Emotionen gespielt hat. Besonders groß war der Unterschied bei der Platzierung des Bildes SY (bedrohlich, surreal). Die Proband*innen empfanden im Durchschnitt weniger Anspannung bei den anschließenden Bildern, wenn die Szene SY früher in der Reihenfolge zu sehen war. Es schien damit einen gewissen Höhepunkt ausgelöst zu haben, der dafür sorgte, dass spätere Bilder als weniger bedrohlich wahrgenommen wurden. Außerdem gab es bei einigen Teilnehmer*innen eine gewisse Routine oder Ermüdung im Laufe der Studie, wodurch die Emotionalität der Antworten nachließ. Bei anderen entwickelte sich im Gegensatz dazu ein besseres Verständnis der Aufgabe und sie konnten mit zunehmender Dauer differenzierter antworten. Es lässt sich also sagen, dass nicht nur die isolierte Szene an sich, sondern auch die Reihenfolge starke Auswirkungen auf die Antworten der Proband*innen hatte.

Zusätzlich lässt sich vermuten, dass die Interpretation von deutschen und englischen Wörtern ein wenig unterschiedlich aufgenommen wurde. Beispielsweise wurde das Wort Geborgenheit im Durchschnitt etwas häufiger verwendet als das englische Wort *security*, welches wahrscheinlich von einigen eher mit Sicherheit in Verbindung gebracht wurde und sich damit von der Bedeutung ein wenig unterscheidet.

4.3 Implikationen für die Spieleentwicklung

Die Ergebnisse dieser Studie legen nahe, dass Licht und Farbe einen signifikanten Einfluss auf die emotionale Wahrnehmung von Spieler*innen haben. Für die Praxis der Spieleentwicklung ergeben sich daraus mehrere relevante Implikationen, insbesondere im Hinblick auf die gezielte Gestaltung von Atmosphäre und Stimmung innerhalb eines Spiels. Zum einen gibt es die offensichtlichen Aspekte, wie das Anwenden einer warmen gesättigten Lichtstimmung, um positive Emotionen wie Geborgenheit und Ruhe zu vermitteln. Sowie das Verwenden von kühleren Farben, um Unbehagen und Trauer auszulösen. Dies sind bereits häufig angewandte Methoden, um in Spielen eine gewisse Gefühlswahrnehmung bei den Spieler*innen auszulösen (siehe Kapitel 2.4).

Interessant zu beobachten war, dass kühle, dunkle Orte sehr ambivalente Emotionen ausgelöst haben. Im Zusammenhang mit Videospiele lässt sich daraus schließen, dass eine düstere Lichtstimmung nicht zwingend Angst und Anspannung auslösen muss, sondern auch gezielt angewandt werden kann, um Melancholie oder Ruhe bei den Spieler*innen zu erzeugen. Wichtig dabei ist im interaktiven Kontext vor allem, wie sehr man sich in Gefahr fühlt, durch beispielsweise potentielle Gegner oder auch das Genre des Spiels, wodurch eine gewisse Erwartungshaltung entsteht.

Die stark gesättigte, surreale Lichtstimmung wurde von vielen Teilnehmer*innen besonders häufig mit intensiven, teils stark negativen Emotionen wie Anspannung oder Angst assoziiert. Für die Spieleentwicklung bedeutet dies, dass solche Gestaltungsmittel gezielt eingesetzt werden können, wenn eine starke emotionale Reaktion beabsichtigt ist, wie etwa in dramatischen Wendepunkten.

Allerdings spielt auch die Reihenfolge und Dramaturgie von Lichtszenarien im Spielverlauf eine entscheidende Rolle. Die Szene SY zeigte dabei, dass eine starke emotionale Reaktion zu einem frühen Zeitpunkt im Spiel unter Umständen kontraproduktiv sein kann. Wenn starke visuelle Reize zu früh eingesetzt werden, besteht das Risiko einer emotionalen Ermüdung, wodurch spätere Szenen mit vergleichbarer oder sogar stärkerer Inszenierung weniger Wirkung entfalten. Für das narrative und visuelle *Pacing* von Spielen ergibt sich daraus, emotionale Höhepunkte nicht nur gestalterisch, sondern auch dramaturgisch bewusst zu setzen.

Ein weiterer Aspekt betrifft die Zielgruppe. Die Analyse der Fragebögen zeigte, dass Teilnehmer*innen mit einem beruflich-künstlerischen Hintergrund Lichtstimmungen tendenziell ein wenig differenzierter wahrnahmen und in den offenen Fragen häufiger detaillierte Beschreibungen angaben. Diese Gruppe scheint damit eine ausgeprägtere Sensibilität für gestalterische Mittel wie Licht und Farbe mitzubringen. Für Spiele, die sich an ein kunst-affines Publikum richten, kann es daher sinnvoll sein, mit komplexeren Licht-Kompositionen zu arbeiten, da diese gezielter wahrgenommen und interpretiert werden. Es lässt sich vermuten, dass die emotionale Wirkung von Licht und Farbe auch im Kontext der Genre-typischen Erwartungshaltung eine Rolle spielt. So könnten Spiele, die mit starker visueller Gestaltung werben oder als ‚künstlerisch hochwertig‘

kommuniziert werden, von Spieler*innen eine höhere gestalterische Qualität und emotionale Tiefe der Lichtsetzung erwarten.

Im Zusammenhang mit Videospiele lässt sich festhalten, dass Licht und Farbe nicht nur funktionale, sondern auch emotionale Designelemente in Videospiele sind, die in ihrer Wirkung bewusst eingesetzt werden sollten. Dabei geht es aber nicht nur um die emotionale Wirkung, die spezifische Licht- und Farbstimmungen assoziieren, sondern auch um die Dramaturgie, Zielgruppen, Genre und Erwartungshaltung.

5. Fazit und Ausblick

Abschließend gebe ich mein Fazit aus den vorherigen gesammelten Informationen wieder, zeige die Grenzen meiner Studie auf und gehe auf offene Fragen sowie Forschungsperspektiven in der Zukunft ein.

5.1 Zusammenfassung wichtigster Ergebnisse und Grenzen der Studie

Die emotionale Wahrnehmung der fünf Lichtszenen zeigt deutlich, wie stark Licht und Farbe auf den Menschen wirken können. Dabei wurden meine Szenen in den meisten Fällen genauso interpretiert, wie sie von mir angedacht waren: Warme, natürliche Lichtstimmungen wurde mit positiven Emotionen wie Ruhe und Geborgenheit verbunden, während Szenen mit kaltem oder künstlichem Licht häufiger mit negativen Emotionen wie Angst oder Anspannung assoziiert wurden.

Die Daten legen damit nahe, dass sich durch den gezielten Einsatz von Licht bestimmte Stimmungen recht konsistent erzeugen lassen. Gleichzeitig sollte man sich bewusst sein, dass nicht alle Menschen gleich auf visuelle Reize reagieren. Licht und Farbe wirken zwar direkt auf unsere Wahrnehmung, aber immer durch den Filter unserer individuellen Erfahrung. Besonders spannend ist, dass viele Proband*innen explizit emotionale Begriffe verwendet haben, um ihre Eindrücke zu beschreiben. Auch dann, wenn sie anfangs Schwierigkeiten hatten, diese zu benennen. Das spricht dafür, dass Licht und

Farbe in der Lage sind, emotionale Ebenen zu aktivieren, die nicht immer sofort bewusst zugänglich sind, aber durch gezielte Reize angestoßen werden können.

Zudem zeigte sich, dass die Reihenfolge der gezeigten Szenen die emotionale Wahrnehmung deutlich beeinflussen kann, sodass einige Bilder je nach Platzierung in der Abfolge intensiver oder abgeschwächer wahrgenommen wurden.

Ein auffälliger Befund war die ambivalente Wirkung kühler Lichtstimmungen. Diese wurden zwar häufig mit negativen Gefühlen wie Angst oder Anspannung verknüpft, gleichzeitig jedoch auch mit Empfindungen wie Ruhe oder Melancholie. Dies zeigt, dass die emotionale Wirkung von Licht nicht eindimensional ist, sondern in ihrer Interpretation stark vom Kontext und der individuellen Wahrnehmung abhängt.

Als Begrenzung der Studie ist die ungleichmäßige Verteilung der Teilnehmer*innen auf die unterschiedlichen Fragebögen zu nennen, wodurch einige Reihenfolgen der Szenen von weniger Personen bewertet wurden als andere. Da die Mehrheit der Proband*innen aus der Videospielebranche stammt, spiegeln die Ergebnisse außerdem vor allem die Wahrnehmungen dieser Gruppe wider und lassen nur begrenzte Rückschlüsse auf andere Zielgruppen zu. Ebenso wurde der Einfluss von Bewegung, Interaktivität und Sound in dieser Studie bewusst ausgeklammert. Die Untersuchung bezieht sich somit ausschließlich auf die visuelle Ebene statischer Szenen. Trotz dieser Einschränkungen liefert die Studie wertvolle Einblicke in die emotionale Wirkung von Licht und Farbe in digitalen Spielwelten und legt eine fundierte Grundlage für weiterführende Forschung und gestalterische Praxis im Bereich der Videospiele.

Insgesamt bestätigt die Auswertung, dass Licht und Farbe hochwirksame Mittel sind, um emotionale Stimmungen in digitalen Räumen zu erzeugen. Die Wahl von Farbtemperatur, Intensität und Lichteinfall beeinflusst nicht nur die Atmosphäre, sondern auch die emotionale Wahrnehmung.

5.2. Offene Fragen und zukünftige Forschungsperspektiven

Trotz der gewonnenen Erkenntnisse bleiben einige Fragen offen, die in zukünftigen Studien vertieft werden könnten. Zum einen wäre es interessant, die Wirkung von Licht und Farbe in interaktiven und bewegten Spielwelten zu untersuchen, da in dieser Studie ausschließlich statische Szenen betrachtet wurden. Auch der Einfluss von Soundeffekten und Musik auf die emotionale Wahrnehmung von Licht und Farbe könnte weiter erforscht werden.

Darüber hinaus könnte die Reihenfolge der gezeigten Szenen in zukünftigen Untersuchungen systematischer variiert werden, um mögliche Effekte von Gewöhnung, Ermüdung oder emotionalen Höhepunkten noch genauer zu analysieren.

Ein weiterer Ansatzpunkt wäre die gezielte Einbeziehung von Teilnehmer*innen mit unterschiedlichen neurodiversen Hintergründen oder anderen spezifischen Erfahrungen, um individuelle Unterschiede in der Wahrnehmung besser zu verstehen. Es könnte außerdem gezielter auf den Einfluss unterschiedlicher kultureller, beruflicher und spielerischer Prägungen Bezug genommen werden.

Eine vielversprechende Forschungsperspektive wäre die Kombination mit Biosignalen wie der Herzfrequenz oder Pupillendilatation. Dies könnte aufzeigen, inwieweit bewusste Einschätzungen und unbewusste physiologische Reaktionen übereinstimmen oder im Widerspruch zueinanderstehen.

Insgesamt bieten diese Ansätze ein großes Potenzial, das Verständnis emotionaler Reaktionen auf Licht und Farbe zu vertiefen und praktische Implikationen für die Gestaltung digitaler Spielwelten zu liefern.

6. Literaturverzeichnis

- Bogdan, M. (2016). The Lighting of INSIDE. Abgerufen am 4. August 2025 von https://blog.playdead.com/articles/the_lighting_of_inside/lighting_of_inside.html
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 25(1), 49–59. [https://doi.org/10.1016/0005-7916\(94\)90063-9](https://doi.org/10.1016/0005-7916(94)90063-9)
- Corsair. (2025, 18. März). What is Ray Tracing in Games? Abgerufen am 23. Juni 2025 von <https://www.corsair.com/us/en/explorer/gamer/gaming-pcs/what-is-ray-tracing-in-games/?srsltid=AfmBOoq5Q4mnJqE6s0GerLJztQ5qDv9OVyKhVpFBslH29POJeO9eaFsp>
- El-Nasr, M. S., Niedenthal, S., Knez, I., Almeida, P., & Zupko, J. (2007). Dynamic Lighting for Tension in Games. Abgerufen am 15. Juli 2025 von https://gamestudies.org/0701/articles/elnasr_niedenthal_knez_almeida_zupko
- Emery, K. J., Parthasarathy, M. K., Joyce, D. S., & Webster, M. A. (2021). Color perception and compensation in color deficiencies assessed with hue scaling. *Vision Research*. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2021.01.006>
- Epic Games. (o. D.). Lighting the Environment. Abgerufen am 15. Juli 2025 von <https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/unreal-engine/lighting-the-environment-in-unreal-engine>
- Erhardt, A. (2008). Einführung in die digitale Bildverarbeitung.
- Gjol, M., & Svendsen, M. (2016). Low Complexity, High Fidelity: The Rendering of INSIDE. Abgerufen am 4. August 2025 von <https://www.youtube.com/watch?v=RdN06E6Xn9E&list=WL&index=15>
- Hardin, B. (2016, 14. Juli). Colorblind accessibility in video games – is the industry heading in the right direction? Abgerufen am 15. Juli 2025 von <https://www.gamersexperience.com/colorblind-accessibility-in-video-games-is-the-industry-heading-in-the-right-direction/>
- Heller, E. (2004). *Wie Farben wirken* (12. Aufl.). Rowohlt Verlag.
- Houze, R. (2019, 7. Oktober). What is the effect of the lighting design process on game aesthetics and its influence on the gaming experience? Abgerufen am 9. Juli von <https://www.gamedeveloper.com/design/what-is-the-effect-of-the-lighting-design-process-on-game-aesthetics-and-its-influence-on-the-gaming-experience->

- Ipacs, D. (2023, 6. Dezember). Global Illumination in Games: What Is It & How Does It Work? Abgerufen am 23. Juni 2025 von <https://bluebirdinternational.com/global-illumination/>
- Jambusaria, U., Katwala, N., & Deulkar, K. (2014). Godrays in modern gaming. *International Journal of Computer Applications*, 108(11).
- Juego Studios. (2022, 7. Oktober). A guide to lighting in video games. Abgerufen am 19. Juni 2025 von <https://juegostudio.medium.com/a-guide-to-lighting-in-video-games-a2d9ba9c7070>
- King, J. (2024, 4. Mai). It's Hard To Overstate The Influence Of Dark Souls' Bonfires On Video Games. Abgerufen am 19. Juni 2025 von <https://www.thegamer.com/dark-souls-bonfires-retrospective-from-software-save-point/>
- Magy Seif El-Nasr, Niedenthal, S., Knez, I., Almeida, P., & Zupko, J. (2007). Dynamic Lighting for Tension in Games. Abgerufen am 15. Juli 2025 von https://gamestudies.org/0701/articles/elnasr_niedenthal_knez_almeida_zupko
- Maule, J., Skelton, A. E., & Franklin, A. (2023). The development of color perception and cognition. *Annual Review of Psychology*.
- Meiren, S. V. (2020, 4. November). What does a lighting artist in games do? Abgerufen am 19. Juni 2025 von <https://intogames.org/news/how-do-you-become-a-lighting-artist-for-videogames>
- Nacke, L. (2024, 19. Juli). The UI tricks that made The Last of Us a masterpiece. Abgerufen am 19. Juni 2025 von <https://medium.com/design-bootcamp/the-secret-language-of-game-environments-5dcd9c2b7f6>
- Neumeyer, C. (2024). *Farbsehen: Wie und warum wir die Welt farbig wahrnehmen*. Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-69341-4>
- Nunneley-Jackson. (2010, 16. Februar). Alan Wake: Remedy talks DLC, flashlights. Abgerufen am 29. Juli 2025 von <https://www.vg247.com/alan-wake-remedy-talks-dlc-flashlights>
- Ozenen, G. (2024). *Architectural Interior Lighting*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-49695-0>
- Park, N. K., Pae, J. Y., & Meneely, J. (2010). Cultural preferences in hotel guestroom lighting design. *Journal of Interior Design*.

- Riedel, I. (1991). *Farben in Religion, Gesellschaft, Kunst und Psychologie* (9. Aufl.). Kreuz Verlag.
- Roohia, S., & Forouzandehb, A. (2019). Regarding color psychology principles in adventure games to enhance the sense of immersion. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2019.100298>
- Rose, D. (2018, 28. Oktober). *The Tech & Art Direction Of FireWatch*. Abgerufen am 16. Juli 2025 von <https://medium.com/gametextures/the-tech-art-direction-of-firewatch-f10c30f6b7be>
- Schauss, A. (1979). Tranquilizing effect of color reduces aggressive behavior and potential violence. *Journal of Orthomolecular Psychiatry*, 8, 218–221.
- Shafiq, I., Hussain, S., Raza, M. A., Iqbal, N., Asghar, M. A., Ali, R. A. Z. A., et al. (2021). Crop photosynthetic response to light quality and light intensity. *Journal of Integrative Agriculture*, 20(1).
- Sokolova, M., & Fernández-Caballero, A. (2015). A review on the role of color and light in affective computing. *Applied Sciences*, 5, 275–293. <https://doi.org/10.3390/app5030275>
- Solarski, C. (2017). *Interactive Stories and Video Game Art*. CRC Press.
- Sun, C., Lian, T., & Li, L. (2019). Work performance in relation to lighting environment in office buildings. *Indoor and Built Environment*, 28(8).
- TCPi. (2022, 18. Februar). *How light impacts psychology & mood in restaurants*. Abgerufen am 11. Juni 2025 von <https://www.tdpi.com/how-light-impacts-psychology-mood-in-restaurants/>
- Valdez, P., & Mehrabian, A. (1994). Effects of color on emotions. *Journal of Experimental Psychology: General*, 123(4), 394–409. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.123.4.394>
- Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: The PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54(6), 1063–1070. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.54.6.1063>

- Welsch, N., & Liebmann, C. C. (2012). Farben: Natur – Technik – Kunst (3. Aufl.)
- Wood, M. (2022, 25. Juli). Naughty Dog's obsession with yellow paint explained.
Abgerufen am 19. Juni 2025 von
<https://gamerant.com/naughty-dog-yellow-color-coding-environments-progression-design/>
- Wu, T. Y., & Wang, S.-G. (2015). Effects of LED color temperature and illuminance on customers' emotional states and spatial impressions in a restaurant.
- Yot, R. (2011). Light for Visual Artists: Understanding & using light in art & design.

7. Abbildungsverzeichnis

Sofern nicht anders angegeben, stammen alle Abbildungen aus eigener Erstellung.

Abbildung 1: Zusammenhang zwischen spektraler Helligkeit und Wellenlänge	03
Abbildung 2: Farbtemperaturen verschiedener Lichtquellen in Kelvin	05
Abbildung 3: Sonnenlichteinfall	09
Abbildung 4: Screenshot aus The Last of Us (Naughty Dog, 2013)	20
Abbildung 5: Screenshot aus Final Fantasy 7 Remake (Square Enix, 2020)	20
Abbildung 6: Screenshot aus Dark Souls Remastered (From Software, 2018)	21
Abbildung 7: Screenshot aus Alan Wake (Remedy Entertainment, 2010)	21
Abbildung 8: Screenshot von Inside (Playdead, 2016)	25
Abbildung 9: Screenshot von The Last of Us Remastered (Naughty Dog, 2014)	26
Abbildung 10: Screenshot von Firewatch (Campo Santo, 2016)	27
Abbildung 11: Entwicklung der Szene in der Unreal Engine	30
Abbildung 12: Screenshot aus Unreal vom Lichtszenario "gemütlich und ruhig"	31
Abbildung 13: Screenshot aus Unreal vom Lichtszenario "düster und beklemmend"	32
Abbildung 14: Screenshot aus Unreal vom Lichtszenario "fröhlich und hell"	33
Abbildung 15: Screenshot aus Unreal vom Lichtszenario "kalt und mystisch"	33
Abbildung 16: Screenshot aus Unreal vom Lichtszenario "bedrohlich surreal"	34
Abbildung 17: Google Sheets Auswertung der Emotionen von Bild CY	39
Abbildung 18: Google Sheets Auswertung der unterschiedlichen Skalen von Bild CY	40
Abbildung 19: Google Sheets Auswertung der Emotionen von Bild DK	41
Abbildung 20: Google Sheets Auswertung der unterschiedlichen Skalen von Bild DK	42
Abbildung 21: Google Sheets Auswertung der Emotionen von Bild HY	43
Abbildung 22: Google Sheets Auswertung der unterschiedlichen Skalen von Bild HY	43
Abbildung 23: Google Sheets Auswertung der Emotionen von Bild MY	44
Abbildung 24: Google Sheets Auswertung der unterschiedlichen Skalen von Bild MY	45
Abbildung 25: Google Sheets Auswertung der Emotionen von Bild SY	46
Abbildung 26: Google Sheets Auswertung der unterschiedlichen Skalen von Bild SY	47

8. Digitaler Anhang

Die folgenden Dateien befinden sich auf dem beiliegenden USB-Stick.

Digitaler Anhang 1: Video der Lichtszene mit allen Lichtstimmungen

Ordner: DA1_Video

Digitaler Anhang 2: Screenshots der Lichtstimmungen in hoher Qualität

Ordner: DA2_Screenshots

Digitaler Anhang 3: PDFs von der Google Sheets Tabelle zur Online-Umfrage

Ordner: DA3_Tabellen

Digitaler Anhang 4: Einzelne Diagramme zur Auswertung des Fragebogens

Ordner: DA4_Diagramme

Digitaler Anhang 5: Getrennte Auswertung der Fragebögen A, B und C

Ordner: DA5_Fragebögen

9. Anhang

Anhang 1:

Beispiele zur Auswertung der vorgegebenen Emotionen sowie der drei Skalen in Google Sheets. Die gesamte Auswertung lässt sich über den digitalen Anhang 3 abrufen.

Auswertung CY

CY Emotionen	Anzahl	Prozent
Ruhe	49	81,67%
Nostalgie	34	56,67%
Geborgenheit	30	50,00%
Melancholie	23	38,33%
Freude	18	30,00%
Anspannung	2	3,33%
Überforderung	3	5,00%
Wut	0	0,00%
Trauer	0	0,00%
Angst	1	1,67%
Ekel	2	3,33%
Wohl und Unwohl		
1	41	68,33%
2	14	23,33%
3	0	0,00%
4	4	6,67%
5	1	1,67%
		100,00%
Natürlich und Künstlich		
1	15	25,00%
2	25	41,67%
3	9	15,00%
4	8	13,33%
5	3	5,00%
		100,00%
Kalt und Warm		
1	1	1,67%
2	1	1,67%
3	1	1,67%
4	18	30,00%
5	39	65,00%
		100,00%

Auswertung DK

DK Emotionen	Anzahl	Prozent
Ruhe	30	50,00%
Nostalgie	8	13,33%
Geborgenheit	5	8,33%
Melancholie	26	43,33%
Freude	0	0,00%
Anspannung	24	40,00%
Überforderung	2	3,33%
Wut	0	0,00%
Trauer	10	16,67%
Angst	23	38,33%
Ekel	0	0,00%
Wohl und Unwohl		
1	7	11,67%
2	17	28,33%
3	11	18,33%
4	22	36,67%
5	3	5,00%
		100,00%
Natürlich und Künstlich		
1	17	28,33%
2	17	28,33%
3	12	20,00%
4	11	18,33%
5	3	5,00%
		100,00%
Kalt und Warm		
1	26	43,33%
2	30	50,00%
3	3	5,00%
4	1	1,67%
5	0	0,00%
		100,00%

Anhang 2:

Beispiele von offenen Antworten aus Fragebogen A. Alle offenen Antworten aus allen drei Fragebögen lassen sich über den digitalen Anhang 5 nachlesen.

Offene Antworten CY

Möchtest du kurz erklären warum du dich für diese Emotion(en) entschieden hast? (Optional) (CY)

14 Antworten

Die Szene strahlt für mich Ruhe und Entspannung aus.

Abend, kein grelles Light, weiche Verläufe

warmes Licht, Ghibli Assoziation und ich fahre gerne nachts alleine Bahn

Die eigentlich schönen Farben und Beleuchtung erinnern mich leider an das Videospiel "It takes two" was ich überhaupt nicht mag.

Vorliebe für warme Sommerabende, sieht ruhig aus trotz des Zuges. Erinnert mich an Urlaub

Der Bau wirkt etwas ältlich. Die Stimmung wirkt wohllich und einladend. Ich würde den Ort gern besuchen gehen.

Die Szene wirkt einladend.

Wirkt einladend, als wuerde ich dort einfach eine Weile sitzen bleiben wollen

Offene Antworten DK

Möchtest du kurz erklären warum du dich für diese Emotion(en) entschieden hast? (Optional) (DK)

13 Antworten

Es wirkt düster und bedrohlich. Vor allem durch den Nebel und die nächtliche Stimmung.

Weil Bahnhöfe nachts unangenehm sind, Dunkelheit und Mondlicht mag ich eigentlich

Habe die Assoziation von von nacktem Beton und Pissgeruch.

Die Szene wirkt wie nach Ankommen nach Hause an einem warmen Sommerabend, nachdem man lange unterwegs war.

sieht kalt und verlassen aus aber nicht unbedingt gefährlich..

Jetzt wirkt der Bahnhof trist und verlassen. Das lässt ihn bedrohlich erscheinen. Einzig das Fahrrad mit dem Körbchen bricht für mich mit dieser Stimmung und strahlt heile Welt aus.

Unheimlich, aber nicht zu düster - eher ein Gänsehaut vibe

Die Dunkelheit/ Nacht ohne das warme Licht sieht sehr kalt und beängstigend aus.

Offene Antworten HY

Möchtest du kurz erklären warum du dich für diese Emotion(en) entschieden hast? (Optional) (HY)

11 Antworten

Ich mag grelles Sonnenlicht eigentlich nicht besonders, aber von dort würde ich jetzt gerne zum Wandern aufbrechen.

Denke an viele regionale Bahnhöfe, an denen ich 25 Minuten auf den nächsten Zug warten muss. Zu kurz um vom Bahnhof wegzugehen, zu lang um sich nicht zu langweilen.

Es wirkt wie der perfekte Sommertag den man sich als Kind gewünscht hätte

Obwohl die Szene leer ist, wirkt sie jetzt lebendiger.

Wirkt fuer mich flach, langweilig

Bei Tag sieht die Station einladender aus. Man hat keine Angst, dass um die nächste Ecke jemand lauert.

Irgendwie verbinde ich die Szene mit einem Gefühl von Einsamkeit; ich weiß nicht warum. Vielleicht erinnert mich die natürliche Farbgebung an meine relativ isolierte Kindheit auf dem Land

Ich finde die Beleuchtung der Szene unfertig und unrealistisch. Ich kann sie vor allem im Vergleich zu

Offene Antworten MY

Möchtest du kurz erklären warum du dich für diese Emotion(en) entschieden hast? (Optional) (MY)

12 Antworten

Die Tageszeit ist schwer einzuordnen, als wäre es mitten am Tag nebelig, was eigentlich selten vorkommt.

Ich habe die Assoziation von Nebel und Feuchtigkeit und irgendwie Fremdheit.

Sehr schwer zu erklären, sehr instinktive Gefühle

erinnert an Wintermorgen,

Der Nebel macht es unheimlich, aber im Haus scheint es warm und gemütlich zu sein.

Erinnert mich an neblige Tage aus der Kindheit

Der Anschein von Nebel lässt das Bild bzw. das Licht deutlich künstlicher wirken

Nebelig.

Ich finde, die Atmosphäre ist kühl, eventuell morgens und angenehm

Offene Antworten SY

Möchtest du kurz erklären warum du dich für diese Emotion(en) entschieden hast? (Optional) (SY)

13 Antworten

Wirkt sehr bedrohlich

Wirkt gewollt unnatürlich

Sehr uncanny

Das Bild ist alarmierend, als würde Blut in der Luft hängen. Alles ist sehr unnatürlich.

Stranger Things Vibes - gleich könnte alles mögliche passieren!

Persoenlich finde es einfach cool, aber als Mensch natuerlich sehr unnatuerlich, bedrohlich

Die rote Färbung gibt mir eine Art Warnung. „Das ist nicht natürlich, halte dich lieber fern.“

Wirkt sehr unnatürlich und mein Gehirn kann den Grund für das rote Licht nicht recht einsortieren

Unheimlich und gruselig.

10. Eigenständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Master-Thesis mit dem Titel:

Einfluss von Licht und Farbe auf die Emotionen von Spieler*innen in
stilisierten 3D-Spielwelten

selbständig und nur mit den angegebenen Hilfsmitteln verfasst habe.

Alle Passagen, die ich wörtlich aus der Literatur oder aus anderen Quellen
wie z. B. Internetseiten übernommen habe, habe ich deutlich als Zitat mit
Angabe der Quelle kenntlich gemacht.

.....

Datum, Unterschrift