

Bachelorarbeit
im Bachelorstudiengang
Game-Produktion und Management (B.A.)
an der Hochschule für angewandte Wissenschaften Neu-Ulm

True First Person – Technische und gestalterische Umsetzung modularer Körper- und Handanimationen unter Einsatz von Unreal Engine

Erstkorrektor: Prof. Dr. Stefan Faußer
Zweitkorrektor: Prof. Dr. Harald Gerlach

Betreuer: *Jakob, Braun (Active Fungus GmbH)*

Verfasser: Kilian Kellerer (Matrikel-Nr.: 305664)

Thema erhalten: 01.10.2025
Arbeit abgegeben: 31.01.2026

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	
Glossar.....	
Abstract.....	1
1 Einleitung	2
1.1 Problemstellung	2
1.2 Zielsetzung der Arbeit.....	3
1.3 Forschungsfrage.....	4
1.4 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit.....	4
2 Grundlagen	6
2.1 Definitionen	6
2.2 Immersion, Körpererleben und Präsenz.....	8
2.3 Relevanz modularer Animationssysteme	9
2.4 Stand der Technik.....	10
3 Konzeption eines modularen True-First-Person-Systems.....	11
3.1 Anforderungen an ein True-First-Person-System.....	11
3.2 Designüberlegungen: Modulare Körperteile und Kamera-Setup	12
3.3 Animationsdesign und Körperkohärenz	13
3.4 Herausforderungen und Abwägungen	16
4 Technische Umsetzung in Unreal Engine.....	17
4.1 Projektsetup und grundlegende Architektur	17
4.2 Aufbau der Skeletal Meshes und Animation Blueprints	18
4.3 Kamerasystem und Perspektivwechsel.....	19
4.4 Animationssystem: State Machines, Montages und Blend Logiken.....	20
4.5 Inverse Kinematics und Aim Offsets	23
4.6 Modularer Animationscontroller und Inputverarbeitung	26

4.7 Beispielhafte Workflows: Animationen, Werkzeuge und Erweiterbarkeit	28
5 Diskussion.....	29
5.1 Externe Evaluation: Explorative Usability-Untersuchung.....	30
5.1.1 Methodik.....	30
5.1.2 Versuchsaufbau und Durchführung	31
5.2 Bewertung der technischen Umsetzung.....	32
5.3 Gestalterische Bewertung: Spielgefühl, Lesbarkeit und Designentscheidungen...	34
5.4 Auswirkungen auf die Immersion und Kohärenz im jeweiligen Spielkontext.....	36
5.5 Rückblick: Herausforderungen und Entwicklungsprozesse	38
6 Fazit und Ausblick	40
Literaturverzeichnis	43

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vergleich zwischen klassischem First-Person-Armsystem (Deep Rock Galactic) und True-First-Person-Körperdarstellung (Medieval Frontier) (eigene Darstellung).....	7
Abbildung 2: Typische Darstellung der Third-Person (Screenshot aus Elden Ring).....	8
Abbildung 3: Modulare Animationsstruktur in Medieval Frontier bestehend aus Bein- und Oberkörper-Blueprint (eigene Darstellung).	19
Abbildung 4: Kamera direkt am Skelett in Medieval Frontier zur Umsetzung eines True-First-Person-Sichtfeldes (Screenshot aus Unreal Engine).....	20
Abbildung 5: State Machine der Bein-Lokomotion in Medieval Frontier (Screenshot aus Unreal Engine).	21
Abbildung 6: Hammer Interaktion der rechten Hand, während eine Fackel in der linken Hand ist (Medieval Frontier) (eigene Darstellung).	22
Abbildung 7: Werkzeug Sockets (Screenshot aus Unreal Engine).....	23
Abbildung 8: Hand-IK zur korrekten Positionierung der Hände an Bogen bzw. Waffe (Screenshot aus Unreal Engine).....	24
Abbildung 9: Hand IK mit AO, vergleichbar mit Abbildung 7 (Medieval Frontier).....	24
Abbildung 10: AO für Werkzeuganimationen in Medieval Frontier (Screenshot aus Unreal Engine).	25
Abbildung 11: Perspektivwechsel in Prospera zwischen First-Person- und Third-Person-Ansicht (Screenshot aus Unreal Engine).	37

Glossar

Aim Offset (AO)

Animationsverfahren, bei dem eine Grundanimation durch additive Posen ergänzt wird, um Zielrichtungen flexibel abzubilden. Aim Offsets werden häufig für Waffen- oder Werkzeugausrichtung genutzt, ohne separate Animationen für jede Blickrichtung zu benötigen.

Animation Blueprint (ABP)

Spezielle Blueprint-Klasse in der Unreal Engine zur Steuerung und Kombination von Animationen. Animation Blueprints enthalten unter anderem State Machines, Blend Spaces, Event Graphs und Logik für Inverse Kinematics.

Animation Montage

Struktur zur zeitlich kontrollierten Wiedergabe einzelner Animationen, etwa für Angriffe, Interaktionen oder Equip- und Unequip-Vorgänge. Montages können gezielt abgespielt und unterbrochen werden.

Blueprint (BP)

Visuelles Skriptsystem der Unreal Engine, mit dem Logik, Zustände und Abläufe ohne klassischen Code umgesetzt werden können. Blueprints werden unter anderem für Charaktersteuerung, Animation und Interaktion verwendet.

Clipping

Unerwünschtes Durchdringen von Geometrien, etwa wenn Körperteile oder Werkzeuge sichtbar durch andere Objekte oder den eigenen Körper schneiden.

Collision Component

Eine Collision Component ist eine Komponente in der Unreal Engine, die für physikalische Kollisionserkennung und Interaktion mit der Spielwelt zuständig ist. Sie definiert die Form und Ausdehnung eines Objekts für Kollisionen, unabhängig von dessen visueller Darstellung. Collision Components sind zentral für Bewegung, Interaktion, Trefferabfragen und physikalisches Verhalten von Charakteren und Objekten.

Embodiment (Verkörperung)

Begriff aus der VR- und Game-Forschung, der das Erleben beschreibt, mit einem virtuellen Körper im Raum verortet und handlungsfähig zu sein. Embodiment umfasst Body Ownership, Agency und Self-Location.

Equip / Unequip

Bezeichnet das Anlegen oder Ablegen eines Werkzeugs oder einer Waffe. In Animationssystemen häufig über Montages und Zustandswechsel realisiert.

Event Dispatch

Event Dispatching bezeichnet in der Unreal Engine ein ereignisbasiertes Kommunikationsprinzip zwischen Blueprints. Über sogenannte Event Dispatcher können Ereignisse ausgelöst und von anderen Komponenten oder Blueprints empfangen werden, ohne dass eine direkte Referenz bestehen muss. Dieses Prinzip unterstützt eine lose Kopplung von Systemen und trägt zur Modularität und Wartbarkeit komplexer Charakter- und Animationsarchitekturen bei.

Event Graph

Bestandteil von Blueprints, der Logik, Berechnungen und Zustandsaktualisierungen enthält. Im Animationskontext wird er häufig zur Steuerung von IK, Variablen und Übergängen genutzt.

First-Person-Perspektive (FP)

Darstellungsform, bei der die Kamera aus der subjektiven Sicht der Spielfigur positioniert ist. Die Wahrnehmung des eigenen Körpers kann vollständig, teilweise oder gar nicht dargestellt sein.

Game Feel

Begriff aus dem Game Design, der das subjektive Empfinden von Steuerung, Bewegung und Feedback beschreibt. Game Feel entsteht aus der Kombination von Animation, Eingabeverarbeitung, Kamera und audiovisuellem Feedback.

Hybrid-System

System, das Elemente unterschiedlicher Darstellungs- oder Steuerungsansätze kombiniert, etwa die Nutzung separater First-Person-Arme bei gleichzeitiger Third-Person-Körperdarstellung.

Immersion

Zustand vertiefter Aufmerksamkeit und Einbindung in das Spielgeschehen. Immersion wird durch konsistente Darstellung, Interaktion und Rückmeldung unterstützt, ist aber nicht identisch mit Embodiment.

Inverse Kinematics (IK)

Verfahren zur Berechnung von Gelenkpositionen anhand einer Zielposition. In Spielen wird IK häufig genutzt, um Hände, Füße oder Waffen dynamisch korrekt auszurichten.

Kamera-Setup

Gesamtheit der technischen und gestalterischen Entscheidungen zur Positionierung, Bewegung und Anbindung der Kamera an den Charakter.

Körperkohärenz

Grad der Übereinstimmung zwischen verschiedenen Körperbereichen, Animationen und Kamerabewegungen. Hohe Kohärenz bedeutet, dass der Körper als zusammenhängende Einheit wahrgenommen wird.

Linked Animation Layers

Funktion der Unreal Engine, mit der Teile eines Animation Blueprints modular in anderen Blueprints wiederverwendet werden können.

Locomotion / Lokomotion

Grundlegende Fortbewegung der Spielfigur, etwa Gehen, Laufen, Sprinten, Springen oder Ducken.

Medieval Frontier (MF)

Medieval Frontier ist ein im Rahmen dieser Arbeit betrachtetes Spielprojekt, das einen konsequenten True-First-Person-Ansatz verfolgt. Das Projekt nutzt ein einziges vollständiges Skelett zur Darstellung des Spielercharakters und koppelt Kamera, Körperanimation und Werkzeuginteraktion direkt miteinander. *Medieval Frontier* dient in dieser Arbeit als Referenzimplementierung für ein modulares True-First-Person-Animationssystem in Unreal Engine.

Mesh

Geometrische Darstellung eines Objekts oder Charakters. Charaktere können aus einem einzigen Mesh oder mehreren getrennten Meshes bestehen.

Modularität

Prinzip der Systemgestaltung, bei dem Funktionen in klar abgegrenzte, unabhängig erweiterbare Module aufgeteilt werden. Modularität erleichtert Wartung, Erweiterung und Wiederverwendung.

Motion Matching

Animationsverfahren, bei dem Bewegungen datenbasiert anhand aktueller Parameter ausgewählt werden, statt feste Übergänge zu verwenden. Ziel ist eine besonders natürliche Bewegung.

NPC (Non-Player Character)

Nicht von Spielenden gesteuerter Charakter.

Player Input

Eingaben der Spielenden, etwa über Tastatur, Maus oder Controller, die Bewegungen, Aktionen oder Interaktionen auslösen.

Präsenz

Subjektives Gefühl, sich tatsächlich in einer virtuellen Umgebung aufzuhalten. Präsenz ist eng mit Körpererleben und Immersion verbunden.

Prospera

Prospera ist ein weiteres in dieser Arbeit betrachtetes Spielprojekt, das bewusst keinen True-First-Person-Ansatz verfolgt. Stattdessen verwendet es ein hybrides Perspektivsystem mit separaten First-Person-Armen und einem vollständigen Third-Person-Charakter. Das Projekt dient als Vergleichsbeispiel, um Unterschiede zwischen konsequenten True-First-Person-Systemen und hybriden Ansätzen herauszuarbeiten.

Socket

Ein Socket ist ein benannter Transformationspunkt, der an einem Bone eines Skeletal Meshes definiert wird. Er dient als Referenzposition, an der Objekte wie Waffen, Werkzeuge oder IK-Zielpunkte befestigt oder ausgerichtet werden können. Sockets ermöglichen eine konsistente Platzierung von Gegenständen relativ zum Skelett und werden häufig in Kombination mit Animationen und Inverse Kinematics verwendet.

Spring Arm

Ein Spring Arm ist eine Komponente der Unreal Engine, die typischerweise zur Positionierung von Kameras verwendet wird. Er hält einen definierten Abstand zwischen Kamera und Zielobjekt ein und passt diesen dynamisch an, um Kollisionen mit der Umgebung zu vermeiden. Spring Arms werden häufig in Third-Person-Perspektiven eingesetzt, um eine stabile Kameraführung mit weichen Bewegungen zu ermöglichen. In True-First-Person-Systemen wird bewusst auf Spring Arms verzichtet, um eine direkte Kopplung zwischen Kamera und Skelett zu gewährleisten.

State Machine

Struktur zur Organisation von Zuständen und Übergängen in Animationssystemen, etwa zwischen Idle, Laufen oder Sprinten.

Third-Person-Perspektive (TP)

Darstellungsform, bei der die Kamera außerhalb der Spielfigur positioniert ist und den gesamten Körper sichtbar zeigt.

Tick

Der Tick bezeichnet in der Unreal Engine einen regelmäßig ausgeführten Update-Zyklus, der in der Regel einmal pro Frame aufgerufen wird. Innerhalb des Ticks können Berechnungen für Bewegung, Animation oder Logik durchgeführt werden. Da Tick-basierte Berechnungen direkten Einfluss auf die Performance haben, wird in modularen Systemen häufig darauf geachtet, unnötige Tick-Updates zu vermeiden oder gezielt zu deaktivieren.

Trace

Ein Trace ist eine Abfrage in der Unreal Engine, bei der entlang einer Linie, eines Volumens oder eines Strahls geprüft wird, ob und wo eine Kollision mit der Spielwelt auftritt. Traces werden häufig für Interaktionen, Sichtprüfungen, Treffererkennung oder Werkzeugnutzung eingesetzt. Sie ermöglichen es, Informationen über Objekte in der Umgebung zu ermitteln, ohne eine physische Kollision auszulösen.

True-First-Person

Ansatz der First-Person-Darstellung, bei dem der vollständige Körper der Spielfigur auch in der subjektiven Perspektive sichtbar, animiert und funktional integriert ist.

Unreal Engine

Die Unreal Engine bezeichnet eine von Epic Games entwickelte Game Engine zur Erstellung interaktiver 3D-Anwendungen und Spiele. Sie stellt umfassende Systeme für Rendering, Physik, Animation, Audio und Eingabeverarbeitung bereit und unterstützt sowohl visuelle Skriptierung über das Blueprint-System als auch textbasierte Programmierung in C++. Die Engine wird in der Spieleentwicklung ebenso wie in angrenzenden Bereichen wie Simulation, Filmproduktion und Visualisierung eingesetzt und bildet die technische Grundlage für die in dieser Arbeit beschriebenen Animations- und Charakterarchitekturen.

Abstract

Diese Arbeit untersucht, wie ein modulares *True-FP*-Animationssystem in der *Unreal Engine* gestaltet und technisch umgesetzt werden kann, um ein konsistentes Körpererleben und eine erhöhte *Immersion* zu fördern. Im Mittelpunkt steht dabei die enge Verknüpfung von Kamera, Körperanimation und Interaktion innerhalb eines kohärenten Systems, das zugleich modular, wartbar und erweiterbar bleibt.

Anhand der beiden Praxisprojekte *Medieval Frontier* und *Prospera* werden unterschiedliche architektonische Ansätze analysiert. *Medieval Frontier* dient als Beispiel für einen konsequenten *True-FP*-Ansatz auf Basis eines einzigen vollständigen Skeletts, bei dem die Animationslogik modular aufgeteilt ist. *Prospera* verfolgt hingegen ein hybrides Perspektivmodell mit getrennten *FP*-Armen und einer *TP*-Darstellung, das Flexibilität und visuelle Klarheit in den Vordergrund stellt.

Die Analyse zeigt, dass Modularität auf verschiedenen Ebenen realisiert werden kann und dass die Wahl der Systemarchitektur maßgeblich vom gewünschten Spielerlebnis abhängt. *True-FP*-Systeme ermöglichen ein hohes Maß an Körperkohärenz und physischer Präsenz, stellen jedoch erhöhte Anforderungen an Animation und Kameraführung. Hybride Systeme bieten dagegen größere gestalterische Freiheit, verzichten jedoch bewusst auf ein durchgängiges Körpererleben. Die Arbeit kommt zu dem Ergebnis, dass ein modulares *True-FP*-Animationssystem dann erfolgreich ist, wenn technische Umsetzung und gestalterische Zielsetzung von Beginn an gemeinsam gedacht werden.

1 Einleitung

Die Art und Weise, wie der eigene Körper in digitalen Spielen dargestellt wird, hat einen entscheidenden Einfluss auf das subjektive Spielerlebnis (Lombard & Ditton 1997).

Insbesondere in der FP-Perspektive prägt die Beziehung zwischen Kamera, Körperanimation und Interaktion maßgeblich, ob sich Spielende als aktiv handelnde Instanz im virtuellen Raum wahrnehmen oder lediglich eine durch Eingaben bewegte Kamera steuern (Wolf 2001, S. 51–53; Cairns et al. 2014, S. 337–361). Während klassische FP-Spiele häufig auf abstrahierte Darstellungen wie isolierte Armmodelle oder rein kamerabasierte Bewegungen zurückgreifen, wird der Körper in vielen Fällen nur implizit vermittelt oder vollständig ausgeblendet (Wolf 2001, S. 50).

Diese Reduktion erleichtert zwar die technische Umsetzung und erlaubt eine hohe visuelle Kontrolle, geht jedoch häufig mit Einschränkungen im Körpererleben einher (Swink 2009, S. 85–89). Fehlt eine konsistente visuelle und funktionale Repräsentation des eigenen Körpers, können Diskrepanzen zwischen Bewegung, Interaktion und Wahrnehmung entstehen, die das Gefühl physischer Präsenz im virtuellen Raum mindern (Botvinick & Cohen 1998; Slater 2009). Vor diesem Hintergrund gewinnen körperbasierte Ansätze zunehmend an Bedeutung. Systeme, die den Körper als zusammenhängende Einheit begreifen und Kamera, Animation und Interaktion eng miteinander verknüpfen, versprechen ein intensiveres Erleben von Präsenz und Immersion (Kiltner et al. 2012; Slater 2009).

Der sogenannte True-FP-Ansatz setzt genau an dieser Stelle an. Durch die konsequente Integration des vollständigen Körpers in die subjektive Perspektive soll ein kohärentes Körpermodell entstehen, das sich nachvollziehbar im Raum bewegt und mit der Spielwelt interagiert (Kiltner et al. 2012). Die Umsetzung solcher Systeme stellt jedoch hohe Anforderungen an Animation, Kameraführung und Systemarchitektur und erfordert eine sorgfältige Abstimmung zwischen gestalterischen Zielen und technischen Möglichkeiten (Swink 2009; Cairns et al. 2014, S. 337–361).

1.1 Problemstellung

Die FP-Perspektive ist eine der dominierenden Darstellungsformen in digitalen Spielen und wird häufig mit einem hohen Maß an Immersion und Unmittelbarkeit assoziiert (Lombard & Ditton 1997). Trotz dieser Nähe zur Spielerwahrnehmung verzichten viele FP-Spiele auf eine konsistente Darstellung des eigenen Körpers. Stattdessen kommen

isolierte Armmodelle oder rein kamerabasierte Bewegungen zum Einsatz, bei denen Beine, Oberkörper und physische Interaktionen nur implizit vermittelt werden (Wolf 2001, S. 50–53; Klevjer 2012). Diese Ansätze ermöglichen zwar eine hohe visuelle Kontrolle und vereinfachen die Animation, führen jedoch häufig zu Brüchen im Körpererleben und zu einer eingeschränkten Wahrnehmung physischer Präsenz (Swink 2009, S. 85–89; Cairns et al. 2014, S. 337–361).

Demgegenüber steht der Ansatz der sogenannten True-FP, bei dem der vollständige Körper der Spielfigur auch in der subjektiven Perspektive sichtbar und animiert ist. Ziel dieses Ansatzes ist es, Kamera, Körper und Interaktion so eng miteinander zu verknüpfen, dass ein kohärentes Körpermodell entsteht, das sich konsistent im Raum verhält (Klevjer 2012; Kiltner et al. 2012). Forschung zu Präsenz, Immersion und Embodiment zeigt, dass ein solches Körpererleben maßgeblich zur Wahrnehmung von Glaubwürdigkeit und physischer Präsenz in virtuellen Umgebungen beiträgt (Slater 2003; Witmer & Singer 1998; Kiltner et al. 2012).

Die Umsetzung eines True-FP-Systems ist jedoch technisch und gestalterisch anspruchsvoll. Animationen, Kamera, Eingabeverarbeitung und Interaktionslogik müssen präzise aufeinander abgestimmt werden, um unerwünschte Effekte wie *Clipping*, instabile Kamerabewegungen oder inkohärente Handpositionen zu vermeiden (Swink 2009). Gleichzeitig stellt sich die Frage, wie solche Systeme modular aufgebaut werden können, um Erweiterbarkeit, Wartbarkeit und Wiederverwendbarkeit innerhalb eines Entwicklungsprojekts sicherzustellen (Cairns et al. 2014, S. 337–361; Gregory 2018).

1.2 Zielsetzung der Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist es, ein modulares True-FP-Animationssystem in Unreal Engine zu konzipieren und prototypisch umzusetzen, dass ein möglichst konsistentes Körpererleben (Kiltner et al. 2012; González-Franco & Peck 2018) unterstützt und damit zur Erhöhung der Immersion (Witmer & Singer 1998; Jennett et al. 2008) beiträgt. Die Arbeit fokussiert dabei sowohl auf die gestalterische Ebene der Animations- und Systemkonzeption als auch auf die konkrete technische Umsetzung in Unreal Engine. Im Zentrum steht die Frage, wie sich Körper, Arme und Hände so modular organisieren und animieren lassen, dass unterschiedliche Werkzeuge und Waffen mit eigenen Animationen eingebunden werden können, *IK* (Aristidou & Lasenby 2011) und AOs

genutzt werden, um glaubhafte Interaktionen zu erzeugen, und das System in bestehende Projekte integrierbar bleibt, ohne die gesamte Struktur neu aufbauen zu müssen.

Die Arbeit stützt sich dazu auf konkrete Implementierungen aus zwei Projekten des Spieleentwicklers *Active Fungus Studios*: *Medieval Frontier* mit einem True-FP-Setup, sowie *Prospera* mit einem kombinierten Ansatz aus FP und TP.

1.3 Forschungsfrage

Ausgehend von den beschriebenen Herausforderungen klassischer FP-Systeme und dem wachsenden Anspruch an Immersion und Körpererleben in digitalen Spielen, verfolgt diese Arbeit die folgende zentrale Forschungsfrage:

Wie kann ein modulares True-FP-Animationssystem in Unreal Engine gestaltet und technisch umgesetzt werden, um ein konsistentes Körpererleben und eine erhöhte Immersion zu fördern?

Zur Beantwortung dieser Frage werden sowohl theoretische Grundlagen als auch praktische Implementierungen betrachtet. Im Mittelpunkt stehen die Entwicklung und Umsetzung modularer Animationssysteme, der Einsatz unterschiedlicher Perspektivmodelle sowie moderne Animationsverfahren wie Motion Matching, IK und AOs. Die Forschungsfrage wird anhand zweier konkreter Projekte, *Medieval Frontier* und *Prospera*, untersucht.

Der Vergleich dieser beiden Projekte ermöglicht es, verschiedene Gestaltungs- und Umsetzungsstrategien einzuordnen und deren Auswirkungen auf Immersion, Körperkohärenz und Entwicklungsaufwand zu analysieren. Auf dieser Basis werden Stärken, Grenzen und mögliche Weiterentwicklungen modularer True-FP-Systeme herausgearbeitet.

1.4 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit

Diese Arbeit verfolgt einen praxisorientierten und techniknahen Forschungsansatz, der theoretische Grundlagen mit der konkreten Entwicklungspraxis in der Unreal Engine verbindet. Im Zentrum steht die Frage, wie ein modulares True-FP-Animationssystem gestaltet werden kann, welches ein konsistentes Körpererleben ermöglicht und dadurch Immersion und physische Präsenz im Spielraum stärkt. Die Untersuchung erfolgt nicht losgelöst von realen Anwendungsszenarien, sondern basiert auf der Analyse und

Umsetzung innerhalb zweier laufender Entwicklungsprojekte, wodurch ein direkter Bezug zur tatsächlichen Spieleproduktion hergestellt wird.

Die methodische Grundlage der Arbeit bildet zunächst die strukturierte Aufarbeitung einschlägiger theoretischer Konzepte aus den Bereichen *Game Studies*, Human-Computer-Interaction und *Virtual-Reality*-Forschung. Zentrale Begriffe wie Immersion, *Präsenz* und *Embodiment* werden eingeordnet und in Beziehung zur FP-Perspektive gesetzt. Ergänzend werden animationstechnische und systemarchitektonische Grundlagen aus dem Kontext der Unreal Engine betrachtet, um ein einheitliches begriffliches und technisches Verständnis zu schaffen, das als Referenzrahmen für die weitere Analyse dient.

Auf dieser Basis erfolgt die konzeptionelle Planung eines modularen True-FP-Systems. Dabei werden sowohl gestalterische Zielsetzungen als auch technische Rahmenbedingungen berücksichtigt. Die Methodik orientiert sich an einem iterativen Designprozess, bei dem Anforderungen definiert, Lösungsansätze entworfen und hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Körperkohärenz und Spielerwahrnehmung reflektiert werden. Besonderes Augenmerk liegt auf der Beziehung zwischen Kamera, Körperanimation und Interaktion sowie auf der Frage, wie diese Elemente so miteinander verknüpft werden können, dass ein kohärentes und nachvollziehbares Körpermodell entsteht.

Die praktische Umsetzung der Konzepte erfolgt exemplarisch innerhalb der Projekte *Medieval Frontier* und *Prospera*. Beide Projekte dienen als Fallstudien, anhand derer unterschiedliche architektonische Ansätze und Designentscheidungen realisiert und analysiert werden. Die Implementierung wird detailliert dokumentiert und umfasst unter anderem den Aufbau der *Character*- und *ABPs*, die Organisation von *State Machines*, den Einsatz von AOs und IK sowie die Integration von Kamerasystemen und *Eingabeverarbeitung*. Durch den Vergleich der beiden Systeme wird deutlich, wie unterschiedliche Anforderungen und Perspektivmodelle zu abweichenden technischen Lösungen führen.

Ergänzend zur konzeptionellen und technischen Analyse wird in dieser Arbeit eine explorative externe Evaluation durchgeführt. Ziel dieser Untersuchung ist es, die in den vorhergehenden Kapiteln entwickelten Annahmen zum Körpererleben und zur Immersion aus der Perspektive externer Nutzerinnen und Nutzer zu betrachten. Der Fokus liegt dabei nicht auf einer quantitativen Messung oder statistischen

Generalisierbarkeit, sondern auf der qualitativen Wahrnehmung unterschiedlicher FP-Ansätze. Die Evaluation ist bewusst als vergleichender Usability-Test angelegt und dient dazu, Unterschiede zwischen einem klassischen FP-System und einem konsequent umgesetzten True-FP-System erfahrbar zu machen.

Die gewonnenen Ergebnisse werden anschließend kritisch reflektiert und im Hinblick auf ihre Auswirkungen auf Immersion, Körperkohärenz und Spielerlebnis bewertet. Dabei werden sowohl die Stärken als auch die Grenzen der jeweiligen Ansätze herausgearbeitet. Ergänzend erfolgt eine Einordnung der entwickelten Lösungen in den bestehenden Stand der Technik, indem sie mit gängigen FP- und Hybrid-Systemen aus der Spieleindustrie verglichen werden.

Abschließend werden die zentralen Erkenntnisse der Arbeit zusammengeführt, die Forschungsfrage beantwortet und mögliche Ansätze für Weiterentwicklungen aufgezeigt. Der Ausblick berücksichtigt sowohl technische Optimierungspotenziale als auch weiterführende Forschungsfragen, die sich aus der praktischen Umsetzung modularer True-FP-Systeme ergeben.

2 Grundlagen

In diesem Kapitel werden die theoretischen und technischen Grundlagen erläutert, die für das Verständnis eines modularen True-FP-Systems in Unreal Engine notwendig sind. Dazu gehören definitorische Abgrenzungen zwischen klassischen Perspektivarten, zentrale Begriffe wie Immersion (Witmer & Singer 1998; Jennett et al. 2008) und Körpererleben (Kilteni et al. 2012; González-Franco & Peck 2018) sowie ein Überblick über den aktuellen Stand der Technik und typische Probleme bestehender FP-Lösungen. Das Kapitel schafft damit die Grundlage für die späteren konzeptionellen und technischen Ausführungen.

2.1 Definitionen

Die Begriffe FP, True-FP und TP beschreiben nicht nur unterschiedliche Kamerapositionen, sondern auch verschiedene Ansätze zur Darstellung des Spielercharakters und dessen Interaktionen mit der Spielwelt.

Die klassische FP beschreibt eine Perspektive, in der die Kamera die Augen der Spielfigur repräsentiert. Spielende sehen direkt aus der subjektiven Sicht des

Charakters, was eine unmittelbare Wahrnehmung des Raumes ermöglicht. Üblicherweise werden in dieser Perspektive nur die Hände und Arme dargestellt, die an einer eigenen, oft vereinfachten und getrennten Skelettstruktur hängen. Dieses sogenannte „Fake“-FP Setup ist technisch unkompliziert, ermöglicht überzeichnete Animationen und beeinflusst nicht das Bewegungssystem der Spielfigur. Der dargestellte Körper existiert jedoch meist unabhängig vom tatsächlich im Raum befindlichen Charaktermodell, was zu visuellen und physikalischen Inkonsistenzen führen kann.

Der Begriff True-FP beschreibt einen Ansatz, in dem die FP-Kamera nicht auf einem separaten Arm- oder Waffenset basiert, sondern direkt mit dem realen Körper der Spielfigur verbunden ist. Die Animationen, die Kollisionen und die Position der Kamera greifen somit auf dasselbe Skelett zu. Arme, Hände, Oberkörper und Beine sind Teil eines einzigen Systems, das sowohl visuell als auch funktional stimmig bleibt. Dieser Ansatz schafft ein konsistenteres Körpererleben (Kiltner et al. 2012; González-Franco & Peck 2018), ist jedoch auch technisch anspruchsvoller, da jeder sichtbare Körperbereich korrekt animiert und auf die Kameraposition abgestimmt sein muss.

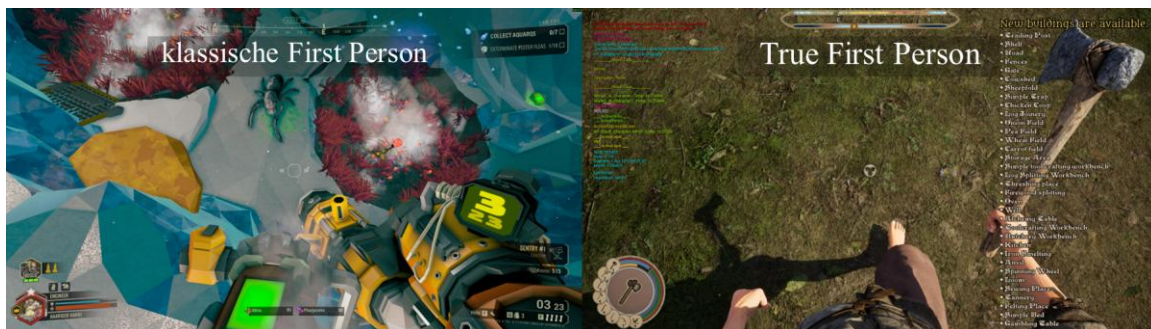


Abbildung 1: Vergleich zwischen klassischem First-Person-Armsystem (Deep Rock Galactic) und True-First-Person-Körperdarstellung (Medieval Frontier) (eigene Darstellung).



Abbildung 2: Typische Darstellung der Third-Person (Screenshot aus Elden Ring).

Die TP-Perspektive zeigt die Spielfigur von außen. Die Kamera ist hinter oder leicht über der Figur positioniert und häufig über einen *Spring Arm* an das Charaktermodell angebunden. Diese Perspektive betont die Silhouette und die äußere Lesbarkeit des Charakters. Die Darstellung des gesamten Körpers ist ein natürliches Element, da das Modell dauerhaft sichtbar ist.

2.2 Immersion, Körpererleben und Präsenz

Immersion (Witmer & Singer 1998; Jennett et al. 2008) beschreibt das Eintauchen in eine virtuelle Welt, also den Zustand, in dem Spielende die Grenze zwischen Spielwelt und Realität zeitweise ausblenden. Immersion entsteht nicht durch einen einzelnen Faktor, sondern durch das Zusammenspiel von audiovisuellem Feedback, glaubhafter Interaktion, sinnvollem Game Design und technischer Kohärenz. Die Art und Weise, wie der Körper der Spielfigur dargestellt wird, spielt gerade in der FP eine besonders wichtige Rolle. Körperbewegungen, die logisch mit der Spielhandlung verknüpft sind, verstärken das Gefühl, tatsächlich an der Position des Charakters zu stehen.

Ein zentraler Baustein der Immersion ist das sogenannte Körpererleben (Kiltner et al. 2012; González-Franco & Peck 2018). Körpererleben (Kiltner et al. 2012; González-Franco & Peck 2018) beschreibt die Wahrnehmung, im virtuellen Raum einen Körper zu besitzen, der sichtbar, nachvollziehbar und physisch verankert ist. Wenn sich der Spielercharakter beispielsweise duckt, erwarten Spielende nicht nur eine Kamerabewegung nach unten, sondern auch sichtbare Änderungen in der

Körperhaltung. Fehlen diese oder sind sie nicht kohärent, entsteht ein künstliches Gefühl, das der Immersion schadet.

True-FP Systeme haben das Ziel, alle diese Elemente in ein stimmiges Gesamtbild zu integrieren. „Präsenz ist eine menschliche Reaktion auf Immersion. Selbst bei identischen immersiven Systemen können unterschiedliche Personen ein verschieden starkes Präsenzgefühl erleben. Ebenso können unterschiedliche immersive Systeme bei verschiedenen Personen ein vergleichbares Maß an Präsenz hervorrufen. Präsenz und Immersion sind zwar logisch voneinander trennbar, stehen jedoch empirisch betrachtet in einem engen Zusammenhang“ (Slater 2003). Eine technisch saubere True-FP Implementation wirkt diesem Effekt entgegen. „Präsenz wird als das subjektive Erleben definiert, sich an einem bestimmten Ort oder in einer bestimmten Umgebung zu befinden, selbst wenn man sich physisch an einem anderen Ort aufhält“ (Witmer & Singer 1998).

Während Witmer und Singer (1998) Präsenz als subjektives Erleben des Sich-Befindens in einer virtuellen Umgebung definieren, differenziert Slater (2003) zwischen Präsenz und Immersion. Er beschreibt Präsenz als eine menschliche Reaktion auf Immersion und betont, dass identische immersive Systeme bei unterschiedlichen Personen zu unterschiedlich starken Präsenzepfindungen führen können. Gleichzeitig können verschiedene Systeme ein vergleichbares Maß an Präsenz erzeugen. Obwohl Präsenz und Immersion logisch trennbar sind, stehen sie empirisch in einem engen Zusammenhang (Slater 2003, S. 2).

Slater (2009, S. 3552) erweitert diese Betrachtung, indem er darauf hinweist, dass auch Desktop-Computerspiele ein Gefühl des „Dortseins“ erzeugen können. Dieses Präsenzepfinden entsteht jedoch nicht primär durch physische Immersion, sondern durch zusätzliche mentale Rekonstruktionsleistungen der Spielenden. Wahrnehmung und Handlung werden dabei so interpretiert, dass sie das Gefühl vermitteln, sich in einem Raum aufzuhalten, in dem man nach den Regeln der realen Welt tatsächlich nicht verortet ist. Präsenz ist damit nicht ausschließlich an immersive Technologien gebunden, sondern kann auch durch kognitive Prozesse erzeugt werden.

2.3 Relevanz modularer Animationssysteme

Modularität ist ein zentrales Prinzip moderner Animationssysteme in digitalen Spielen. Ein modulares System trennt verschiedene Funktionsbereiche voneinander, sodass sie

unabhängig entwickelt, erweitert und angepasst werden können (Gregory 2018, S. 623–628; Thomas & Johnston 1981). Besonders wichtig ist diese Modularität, wenn die Spielfigur eine Vielzahl unterschiedlicher Werkzeuge und Waffen unterstützt, die jeweils eigene Animations- und Interaktionsanforderungen mit sich bringen (Swink 2009, S. 121–126).

Ein modular aufgebautes Animationssystem ermöglicht beispielsweise eine saubere Trennung von *Lokomotion*-animationen und Werkzeuganimationen. Die Beine können unabhängig vom Oberkörper auf Lauf-, Geh- oder Sprintzustände reagieren, während der Oberkörper eigene Abläufe für einhändige oder zweihändige Werkzeuginteraktionen ausführt. Solche hierarchischen und schichtbasierten Animationsansätze sind ein etabliertes Mittel, um komplexe Bewegungen kontrollierbar und flexibel zu gestalten (Gregory 2018, S. 640–645).

Modularität ermöglicht zudem eine leichtere Erweiterbarkeit von Animationssystemen. Werkzeuge können eigene AOs oder spezifische IK-Setups erhalten, ohne dass die bestehende Animationslogik des Charakters grundlegend verändert werden muss. Dadurch lassen sich neue Inhalte effizient integrieren und bestehende Systeme langfristig wartbar halten (Gregory 2018, S. 657–662; Swink 2009, S. 133–138).

2.4 Stand der Technik

Viele Spiele setzen weiterhin auf klassische FP-Lösungen, bei denen nur Arme oder teilweise auch Waffen gerendert werden und der restliche Körper unsichtbar bleibt. Diese Entscheidung basiert häufig auf pragmatischen Gründen: Es ist einfacher, separate Arme in makelloser Qualität zu animieren, als ein vollständiges Skelett bis ins Detail auf die Kameraperspektive abzustimmen. Zudem erlaubt dieses Modell eine aggressive visuelle Inszenierung von Waffen und Werkzeugen, ohne Rücksicht auf Körperbewegungen oder Kollisionen nehmen zu müssen.

Der Nachteil liegt jedoch in der fehlenden Kohärenz. Die dargestellten Arme befinden sich häufig nicht dort, wo sich der Körper der Spielfigur im Raum befindet. Beine fehlen vollständig, Werkzeuginteraktionen wirken isoliert und die Kamera ist nicht an die körperliche Animation gebunden. Dies führt zu einem weniger glaubwürdigen Körpergefühl und kann die Immersion (Witmer & Singer 1998; Jennett et al. 2008) mindern.

Einige moderne Titel, wie *Escape From Tarkov* (Battlestate Games), haben Ansätze in Richtung True-FP entwickelt. Diese Systeme integrieren entweder Teile des Körpers oder vollständige Skelettanimationen in die subjektive Perspektive. Dennoch bleibt die vollständige Umsetzung eines True-FP-Systems selten, da sie hohen Aufwand bedeutet und ein tiefes Verständnis von Animation, IK und Kamerasteuerung voraussetzt.

Typische Probleme klassischer FP-Systeme verdeutlichen die Notwendigkeit für modularere, stärker integrierte Systeme, wie sie True-FP Ansätze bieten.

3 Konzeption eines modularen True-First-Person-Systems

In diesem Kapitel wird die konzeptionelle Grundlage für ein modulares True-FP-Animationssystem in Unreal Engine beschrieben. Ausgehend von den zuvor erläuterten Problemen klassischer FP-Ansätze werden Anforderungen formuliert, Gestaltungsentscheidungen diskutiert und zentrale Prinzipien des Animationsdesigns hergeleitet.

3.1 Anforderungen an ein True-First-Person-System

Ein True-FP-System muss mehrere, teilweise konkurrierende Anforderungen gleichzeitig erfüllen. Es soll ein glaubwürdiges Körpererleben ermöglichen, das auf einem konsistenten Zusammenspiel von visueller Wahrnehmung, Bewegung und Handlung basiert (Kiltner et al. 2012; González-Franco & Peck 2018). Gleichzeitig muss ein solches System technisch robust, modular erweiterbar und in unterschiedliche Spielkontexte integrierbar bleiben, um langfristig wartbar zu sein und sich an wechselnde Designanforderungen anpassen zu lassen (Gregory 2018; Swink 2009).

Aus Sicht des Spielerlebnisses steht die Wahrnehmung der eigenen Spielfigur im Mittelpunkt. Spielende sollen das Gefühl haben, einen vollständigen Körper im virtuellen Raum zu steuern, dessen Bewegungen mit ihrer Eingabe und der visuellen Rückmeldung übereinstimmen. Forschung zu Embodiment und Agency zeigt, dass insbesondere die zeitliche und räumliche Kohärenz zwischen Eingabe, Körperbewegung und visueller Wahrnehmung entscheidend für das Gefühl körperlicher Präsenz ist (Slater 2009; Kiltner et al. 2012). Dazu gehört beispielsweise, dass beim Sprinten nicht nur die Kamera beschleunigt, sondern auch Beine und Oberkörper einen passenden Bewegungsrhythmus aufweisen, sowie dass beim Zielen mit einem Bogen oder Gewehr

die Hände nachvollziehbar mit dem Werkzeug interagieren, anstatt losgelöst oder inkonsistent animiert zu sein (Swink 2009, S. 85–92).

Auf gestalterischer Ebene stellt sich die Frage, wie stark der Körper in der FP-Perspektive präsent sein soll. Studien zur Wahrnehmung von Avataren und zur Spieleridentifikation zeigen, dass eine sichtbare Körperrepräsentation die räumliche Orientierung und das Gefühl der Verkörperung unterstützen kann, insbesondere in Spielen mit geringer Bewegungsgeschwindigkeit und hohem Interaktionsfokus (Klevjer 2012). In einem eher ruhigen, auf Survival-, Handwerks- und Werkzeugmechaniken ausgerichteten Spiel wie *Medieval Frontier* stellt die Sichtbarkeit von Beinen und Oberkörper daher einen wesentlichen Bestandteil der Spielerfahrung dar.

Technisch ergeben sich daraus Anforderungen an Modularität, Wiederverwendbarkeit und Wartbarkeit. Das Animationssystem muss in der Lage sein, unterschiedliche Werkzeuge und Waffen mit eigenen Animationen, AOs und IK-Setups zu integrieren, ohne dass die zugrunde liegende State Machine des Charakters vollständig neu aufgebaut werden muss. Modulare und schichtbasierte Animationsarchitekturen gelten in der Spieleentwicklung als etablierter Ansatz, um komplexe Bewegungsabläufe flexibel zu kombinieren und Inhalte effizient zu erweitern (Gregory 2018, S. 623–662; Thomas & Johnston 1981). Durch den Einsatz von Linked Animation Layers kann beispielsweise der ABP der Beine zusätzlich für NPCs verwendet werden, ohne dessen interne Logik zu duplizieren.

Ein weiterer zentraler Aspekt ist die Integration in die bestehende Projektarchitektur. Ein True-FP-System ist kein isoliertes Feature, sondern greift tief in den Aufbau des Player-Charakters, die Kamerasteuerung und die Animationspipeline ein. Entsprechend ergeben sich zusätzliche Anforderungen aus der Entwicklungspraxis, etwa hinsichtlich Erweiterbarkeit, Debugbarkeit und Systemstabilität. Forschung und Praxis zeigen, dass insbesondere bei körperbasierten FP-Systemen eine enge Kopplung zwischen Animation, Kamera und Eingabelogik notwendig ist, um unerwünschte Effekte wie Clipping, instabile Kamerabewegungen oder inkohärente Handpositionen zu vermeiden (Slater 2009; Gregory 2018).

3.2 Designüberlegungen: Modulare Körperteile und Kamera-Setup

Eine grundlegende Designentscheidung betrifft die Frage, wie der Körper der Spielfigur strukturiert und animationstechnisch organisiert wird. In *Medieval Frontier* wurde vor der

Integration des True-FP-Ansatzes ein Modell gewählt, bei dem ein einziges vollständiges Skelett zum Einsatz kommt. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, Modularität nicht über physisch getrennte Meshes, sondern über die Struktur der ABPs zu realisieren. Die grundlegende Fortbewegung und die Beinanimationen werden in einem separaten ABP verwaltet, der Zustände wie Laufen, Sprinten, Springen und Ducken abbildet, während der Oberkörper mit Werkzeugen und Waffen in einem eigenen BP organisiert ist, der für AOs und spezifische Toolanimationen verantwortlich ist. Solche funktionalen Trennungen innerhalb eines gemeinsamen Skeletts entsprechen gängigen Best Practices zur Organisation komplexer Animationssysteme (Gregory 2018; Swink 2009).

Ein weiterer zentraler Designaspekt betrifft das Kamera-Setup. Die True-FP-Kamera wird direkt am Skelett des Charakters angebracht, wodurch eine unmittelbare Verbindung zwischen der Kopfposition der Spielfigur und der Wahrnehmung der Spielenden entsteht. Studien zur Präsenz in virtuellen Umgebungen zeigen, dass eine an den Körper gekoppelte Kamera die Wahrnehmung von Selbstlokation und Verkörperung deutlich verstärken kann, da Bewegungen des Körpers direkt visuell erfahrbar werden (Slater 2003; Kiltner et al. 2012). Die Kamera folgt somit nicht abstrahiert einer Bewegungslogik, sondern ist integraler Bestandteil des animierten Körpers, was die Auswirkungen von Körperbewegungen unmittelbar spürbar macht.

3.3 Animationsdesign und Körperkohärenz

Das Animationsdesign eines True-FP-Systems steht vor der Aufgabe, einerseits klare und lesbare Bewegungen zu erzeugen und andererseits die Kohärenz zwischen verschiedenen Körperbereichen aufrechtzuerhalten. Forschung zu Game Feel, Körperwahrnehmung und Bewegungslesbarkeit zeigt, dass diese beiden Anforderungen häufig in Spannung zueinanderstehen und eine strukturierte Trennung von Bewegungsfunktionen erfordern (Swink 2009). Ein zentrales Prinzip ist dabei die Trennung von Lokomotion bezogenen und handlungsbezogenen Bewegungen, um komplexe Körperabläufe kontrollierbar zu halten (Gregory 2018, S. 640–645).

Diese Trennung wird durch zwei ABPs realisiert, die auf demselben Skelett operieren. Der ABP für die Beine fokussiert sich auf die Fortbewegung und verarbeitet Zustände wie Laufen, Sprinten, Springen und Ducken. Solche zustandsbasierten Lokomotion-Systeme gelten als etablierter Ansatz zur Steuerung von Grundbewegungen in

Charakteranimationen (Gregory 2018, S. 628–633). Die Zustände werden über Variablen aus dem Player-BP angesteuert, wodurch eine klare Trennung zwischen Eingabeverarbeitung und Animationslogik entsteht (Gregory 2018).

Der Oberkörper-ABP ist dagegen auf Werkzeuge und Waffen spezialisiert und verwaltet eine Vielzahl von AOs für unterschiedliche Interaktionen. Durch die Kombination beider ABPs entsteht eine modulare Struktur, bei der Änderungen am Bewegungssystem nicht automatisch Anpassungen an den Werkzeuganimationen erfordern und umgekehrt. Solche schichtbasierten Animationsarchitekturen werden in der Spieleentwicklung genutzt, um Komplexität zu reduzieren und Erweiterbarkeit zu gewährleisten (Gregory 2018; Swink 2009).

Ein weiterer wichtiger Baustein für die Körperkohärenz ist der Einsatz von IK (Aristidou & Lasenby 2011). IK wird verwendet, um bei linkshändig geführten Werkzeugen wie Bogen oder Armbrust sicherzustellen, dass die jeweils unterstützende Hand korrekt an der Sehne oder Mechanik ausgerichtet ist. Forschung zur Charakteranimation zeigt, dass IK insbesondere für glaubwürdige Hand-Werkzeug-Interaktionen unverzichtbar ist, da sie flexible Anpassungen an variierende Posen und Bewegungen ermöglicht (Aristidou & Lasenby 2011; Gregory 2018, S. 657–662). Die entsprechende IK-Logik wird im Event Graph des ABP umgesetzt, sodass Handpositionen relativ zur Waffe konsistent bleiben, auch wenn sich die Basisbewegung des Körpers dynamisch verändert.

Aus gestalterischer Sicht ist bei all diesen Mechanismen entscheidend, dass die Bewegungen der Spielfigur für Spielende nachvollziehbar bleiben. Studien zu Immersion und Körpererleben zeigen, dass interne Systemkomplexität nicht als fragmentierte oder widersprüchliche Bewegung wahrnehmbar sein darf, da dies die Illusion eines zusammenhängenden Körpers unterbricht (Slater 2009; Kiltner et al. 2012). Ein modular aufgebautes System darf daher zwar intern komplex sein, muss sich nach außen jedoch als kohärente, flüssig reagierende Einheit präsentieren (Swink 2009). Trennlinien zwischen ABP, IK-Systemen und AOs sind so zu gestalten, dass sie in der Wahrnehmung der Spielenden nicht explizit erkennbar werden.

Ein zentrales Gestaltungskonzept des True-FP-Systems in *Medieval Frontier* ist die getrennte funktionale Betrachtung der linken und rechten Hand. Anstatt beide Hände ausschließlich als symmetrisches Paar zu behandeln, wird jede Hand als eigenständiger funktionaler Akteur verstanden, der abhängig vom ausgerüsteten Werkzeug

unterschiedliche Aufgaben übernimmt. Forschung zu Embodiment und Hand-Avatar-Interaktion zeigt, dass eine solche funktionale Differenzierung das Gefühl von Handlungskontrolle und Körperzugehörigkeit verstärken kann (Kiltner et al. 2012; González-Franco & Peck 2018).

Für einhändig geführte Werkzeuge ist die rechte Hand als primäre Nutzungshand definiert. Diese Werkzeuge können auch dann verwendet werden, wenn die linke Hand gleichzeitig ein separates Objekt hält. Solche asymmetrischen Nutzungsszenarien entsprechen realen Handlungsmustern und tragen zur Glaubwürdigkeit der Interaktion bei (Swink 2009). Das Animationssystem ist so konzipiert, dass die Bewegungen der rechten Hand unabhängig von der linken Hand ausgeführt werden können, ohne die Kohärenz des Körpers zu beeinträchtigen. Dadurch bleiben Werkzeuginteraktionen auch in asymmetrischen Situationen konsistent und nachvollziehbar.

Beidhändig geführte Werkzeuge werden konzeptionell ebenfalls von der rechten Hand geführt, während die linke Hand eine unterstützende Rolle einnimmt. Die Position der linken Hand wird dabei nicht über eine eigene Animationsspur gesteuert, sondern mittels IK an den Griff des Werkzeugs angepasst. Dieser Ansatz wird in der Animationsforschung als effiziente Methode beschrieben, um stabile Handpositionen bei variablen Körperhaltungen zu gewährleisten, ohne eine Vielzahl redundanter Animationen erstellen zu müssen (Aristidou & Lasenby 2011; Gregory 2018).

Durch diese funktionale Trennung entsteht ein modulares und erweiterbares Interaktionskonzept. Neue Werkzeuge können gezielt einer Hand oder einer unterstützenden Handfunktion zugeordnet werden, ohne bestehende Animationen grundlegend verändern zu müssen. Modularität gilt in diesem Zusammenhang als entscheidender Faktor für Skalierbarkeit und Wartbarkeit komplexer Animationssysteme (Gregory 2018).

Ein weiterer zentraler Aspekt des modularen True-FP-Systems ist die konzeptionelle Behandlung von Beidhändigkeit bei Interaktionen mit der Spielwelt, insbesondere beim Aufsammeln von Objekten. Dabei wird jede Hand als eigenständige Ressource betrachtet, deren Belegung den verfügbaren Interaktionsumfang bestimmt. Forschung zu körperbasierter Interaktion zeigt, dass solche Einschränkungen zur Wahrnehmung physischer Glaubwürdigkeit beitragen, solange sie konsistent umgesetzt werden (Slater 2009; Kiltner et al. 2012).

Grundlegend folgt das System dem Prinzip, dass Interaktionen bevorzugt über eine freie Hand ausgeführt werden. Ist keine Hand verfügbar, wird die funktionale Interaktion zwar weiterhin ausgeführt, jedoch ohne begleitende Sammelanimation. Dieses Vorgehen verhindert visuelle Inkonsistenzen und unrealistische Bewegungen und erhält gleichzeitig die spielerische Zugänglichkeit (Swink 2009). Die Beidhändigkeit fungiert damit nicht nur als visuelles Detail, sondern als gestalterisches Mittel zur Stärkung des Körpererlebens.

3.4 Herausforderungen und Abwägungen

Die Entwicklung eines modularen True-FP-Systems bringt eine Reihe von Herausforderungen mit sich, die sowohl technischer als auch gestalterischer Natur sind. Eine zentrale Schwierigkeit liegt in der Balance zwischen Systemkomplexität und Kontrollierbarkeit. Forschung zu Game-Engine-Architekturen zeigt, dass mit zunehmender Modularisierung die Anzahl der Schnittstellen zwischen einzelnen Systemkomponenten steigt, wodurch Abhängigkeiten schwerer überschaubar werden können (Gregory 2018, S. 603–610). Dies betrifft insbesondere die Wechselwirkungen zwischen verschiedenen ABPs, zwischen IK und Basisbewegung sowie zwischen First- und TP-Darstellung, die in körperbasierten Systemen eng miteinander verzahnt sind (Swink 2009).

In *Medieval Frontier* besteht eine konkrete Herausforderung darin, dass eine Vielzahl an Werkzeugen mit jeweils eigenen AOs sowie Equip- und Unequip-Montages auf einen einzigen Körper abgestimmt werden muss. Jede neue Toolanimation muss mit bestehender Lokomotion zuständen der Beine und mit der True-FP-Kamera harmonisieren, um visuelle Inkonsistenzen zu vermeiden. Gleichzeitig soll die funktionale Trennung zwischen Bein-ABP und Oberkörper-ABP erhalten bleiben, da diese Modularisierung als Voraussetzung für Erweiterbarkeit und Wartbarkeit gilt (Gregory 2018, S. 623–628). Studien zur Charakteranimation zeigen, dass gerade bei komplexen Interaktionssystemen eine klare Trennung von Verantwortlichkeiten notwendig ist, um ungewollte Seiteneffekte bei Systemerweiterungen zu verhindern (Thomas & Johnston 1981; Swink 2009).

Eine weitere konzeptionelle Abwägung betrifft die Frage, wie strikt das System an True-FP-Prinzipien ausgerichtet sein soll. Forschung zu Präsenz und Verkörperung zeigt, dass ein konsequent integrierter Körper die Wahrnehmung von Kohärenz und

physischer Präsenz deutlich erhöhen kann, gleichzeitig, aber höhere Anforderungen an Animation, IK und Kameraführung stellt (Kiltner et al. 2012; Slater 2009). Hybride Ansätze, bei denen etwa FP-Arme von einem separaten TP-Körper entkoppelt sind, erleichtern die Inszenierung visuell kontrollierter Waffenanimationen, können jedoch zu Diskrepanzen zwischen Selbstwahrnehmung in der FP und äußerer Darstellung in der TP führen (Klevjer 2012).

Neben diesen gestalterischen Fragen spielt die langfristige Wartbarkeit eine zentrale Rolle. Ein modulares True-FP-System muss so gestaltet sein, dass Erweiterungen wie neue Waffen oder Werkzeuge, zusätzliche Bewegungszustände oder angepasste Kameraeinstellungen ohne tiefgreifende Umstrukturierungen möglich sind. Software-Engineering- und Game-Development-Literatur betont, dass Modularität auf unterschiedlichen Ebenen realisiert werden kann, etwa durch getrennte ABPs auf einem gemeinsamen Skelett, durch mehrere Meshes mit jeweils eigenen ABP oder durch eine Kombination beider Ansätze (Gregory 2018, S. 615–662). Die in dieser Arbeit betrachteten Projekte zeigen, dass keine dieser Lösungen universell überlegen ist, sondern jeweils unterschiedliche Kompromisse zwischen Kohärenz, Flexibilität und Implementierungsaufwand erfordert. Die konkrete technische Umsetzung dieser Konzepte in Unreal Engine wird im folgenden Kapitel detailliert beschrieben.

4 Technische Umsetzung in Unreal Engine

In diesem Kapitel wird die technische Umsetzung des modularen True-FP-Systems in Unreal Engine beschrieben. Dabei werden sowohl Medieval Frontier als auch Prospera berücksichtigt, da beide Projekte unterschiedliche Lösungswege verfolgen und damit exemplarisch zeigen, wie variabel ein solches System gestaltet sein kann. Während Medieval Frontier vollständig auf einem einzigen Skelett mit zwei parallelen ABPs basiert, nutzt Prospera ein hybrides System aus einem FP-Armmesh und einem vollständigen TP-Skeleton, die je nach Perspektive aktiviert oder deaktiviert werden.

4.1 Projektsetup und grundlegende Architektur

Die technische Infrastruktur für ein True-FP-System beginnt mit der Struktur des Player-Characters. In Medieval Frontier wurde ein relativ klassisches, aber bewusst modular aufgebautes Charaktersetup gewählt: ein Skeletal Mesh, ein *Collision-Component*, eine Kamera und zwei ABPs, die auf unterschiedliche Körperbereiche wirken. Alle

Interaktionen, Bewegung, Werkzeuge, AOs und IK greifen auf dieselbe Skelettstruktur zu. Dies schafft maximale Kohärenz, erfordert jedoch eine klare Trennung logischer Zuständigkeiten, um Komplexität überschaubar zu halten.

4.2 Aufbau der Skeletal Meshes und Animation Blueprints

Der strukturelle Aufbau des Spielercharakters bildet die Grundlage für sämtliche Animations- und Interaktionssysteme. In Medieval Frontier kommt ein einziges, vollständiges Skeletal Mesh zum Einsatz, das den gesamten Körper der Spielfigur abbildet. Dieses Skelett umfasst alle für ein True-FP-System relevanten Bones, darunter Beine, Wirbelsäule, Hals, Kopf, Arme, Hände und Finger sowie zusätzliche IK-Bones, die gezielt für das Zielen, Greifen und Nachladen von Werkzeugen verwendet werden.

Die Modularität des Systems entsteht nicht durch die Aufteilung des Körpers in mehrere Meshes, sondern durch eine klare Trennung der Animationslogik innerhalb der Unreal Engine. Diese erfolgt über zwei separate ABPs, die unterschiedliche funktionalen Zuständigkeiten übernehmen und gemeinsam auf dasselbe Skeletal Mesh wirken. Die Koordination der Animationen erfolgt über Variablen und Zustände, die im Player-BP gesetzt und in den jeweiligen ABPs ausgewertet werden.

Der Bein-ABP ist ausschließlich für Lokomotion bezogene Bewegungszustände verantwortlich. Dazu zählen unter anderem Laufen, Sprinten, Springen und Ducken. Diese Zustände werden über einfache boolesche und numerische Parameter gesteuert und in einer State Machine verarbeitet, die eine klare und gut kontrollierbare Fortbewegung gewährleistet.

Der Oberkörper-ABP übernimmt dagegen sämtliche werkzeug- und interaktionsbezogenen Animationen. Hier werden abhängig von der aktiven Hand Toolanimationen abgespielt, spezifische AOs berechnet und Hand-IK-Lösungen angewendet. Die Logik berücksichtigt dabei, ob ein Werkzeug einhändig oder beidhändig geführt wird und ob die primäre Interaktion mit der linken oder rechten Hand erfolgt. Durch diese Trennung können Bewegungen der Beine unabhängig von Werkzeugaktionen berechnet werden, während der Oberkörper flexibel auf unterschiedliche Interaktionsanforderungen reagiert.

Diese Architektur ermöglicht eine hohe funktionale Modularität, ohne den Körper visuell oder strukturell zu fragmentieren. Alle Animationen basieren auf demselben Skelett, wodurch Kamera, Körperbewegung und Werkzeuginteraktion jederzeit auf einer

gemeinsamen physikalischen Grundlage beruhen. Dadurch wird eine konsistente Körperdarstellung erreicht, die für das True-FP-Erlebnis in Medieval Frontier zentral ist.

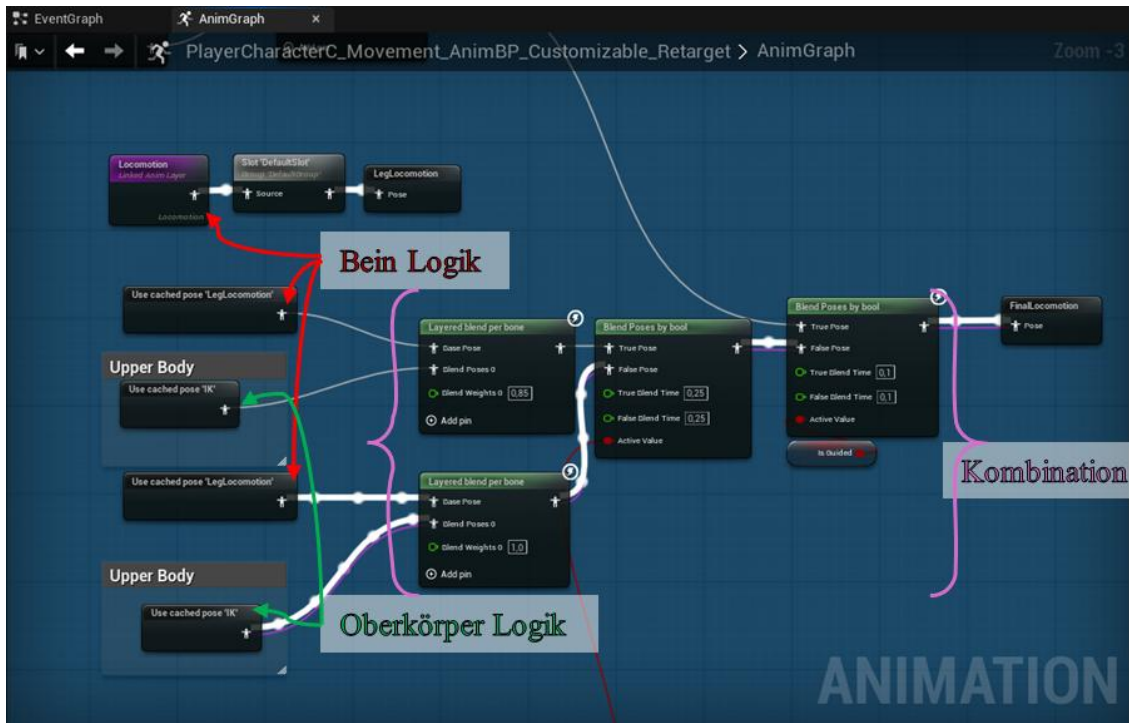


Abbildung 3: Modulare Animationsstruktur in Medieval Frontier bestehend aus Bein- und Oberkörper-Blueprint (eigene Darstellung).

In dieser Sektion des Anim-Graphs sieht man den „Locomotion“ Baustein, die Logik der Beine, welcher über Linked Animation Layer mit Layered Blends an den „Upper Body“ zu der „Final Locomotion“ für den vollständigen True-FP Medieval Frontier Spieler Character vereint.

4.3 Kamerasystem und Perspektivwechsel

Ein True-FP-System ist ohne ein durchdachtes Kamerakzept nicht funktionsfähig. Medieval Frontier verwendet ein sehr unmittelbares Kamerasystem: Die Kamera ist direkt am Skelett verankert. Die Kopfbewegungen, die sich aus den Animationen des Oberkörpers ergeben, wirken sich damit direkt auf die Kamerabewegung aus. Diese direkte Anbindung ist ein zentraler Baustein des True-FP Ansatzes, erzeugt jedoch auch Herausforderungen, wenn starke Oberkörperanimationen, wie Holz hacken, die Kamera zu heftig bewegen könnten. Die Lösung besteht in der präzisen Abstimmung der AOs und in der Stabilisierung des Kameraverhaltens über bone-basierte Filterung innerhalb

des ABP, welches durch stabilisieren der Neck- und Head- bones des Skeletal Meshes künstlich eine Nackenmuskulatur nachahmt.

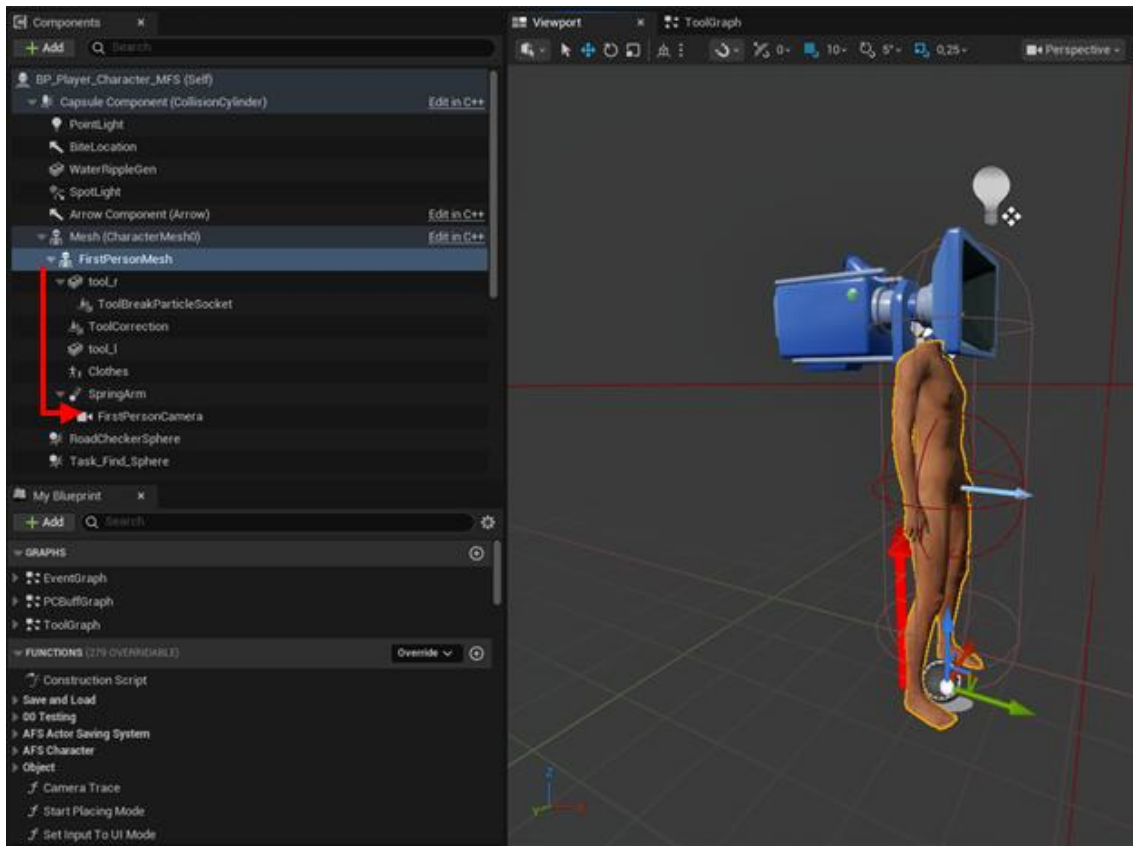


Abbildung 4: Kamera direkt am Skelett in Medieval Frontier zur Umsetzung eines True-First-Person-Sichtfeldes (Screenshot aus Unreal Engine)

4.4 Animationssystem: State Machines, Montages und Blend Logiken

Das Animationssystem bildet das Herzstück eines True-FP-Charakters. In Medieval Frontier kommen zwei ABPs auf demselben Skeletal Mesh zum Einsatz, um unterschiedliche funktionale Bereiche des Körpers unabhängig voneinander zu steuern. Die Trennung erfolgt zwischen einem Bein-ABP für Lokomotion bezogene Bewegungen und einem Oberkörper-ABP für Werkzeug- und Waffeninteraktionen.

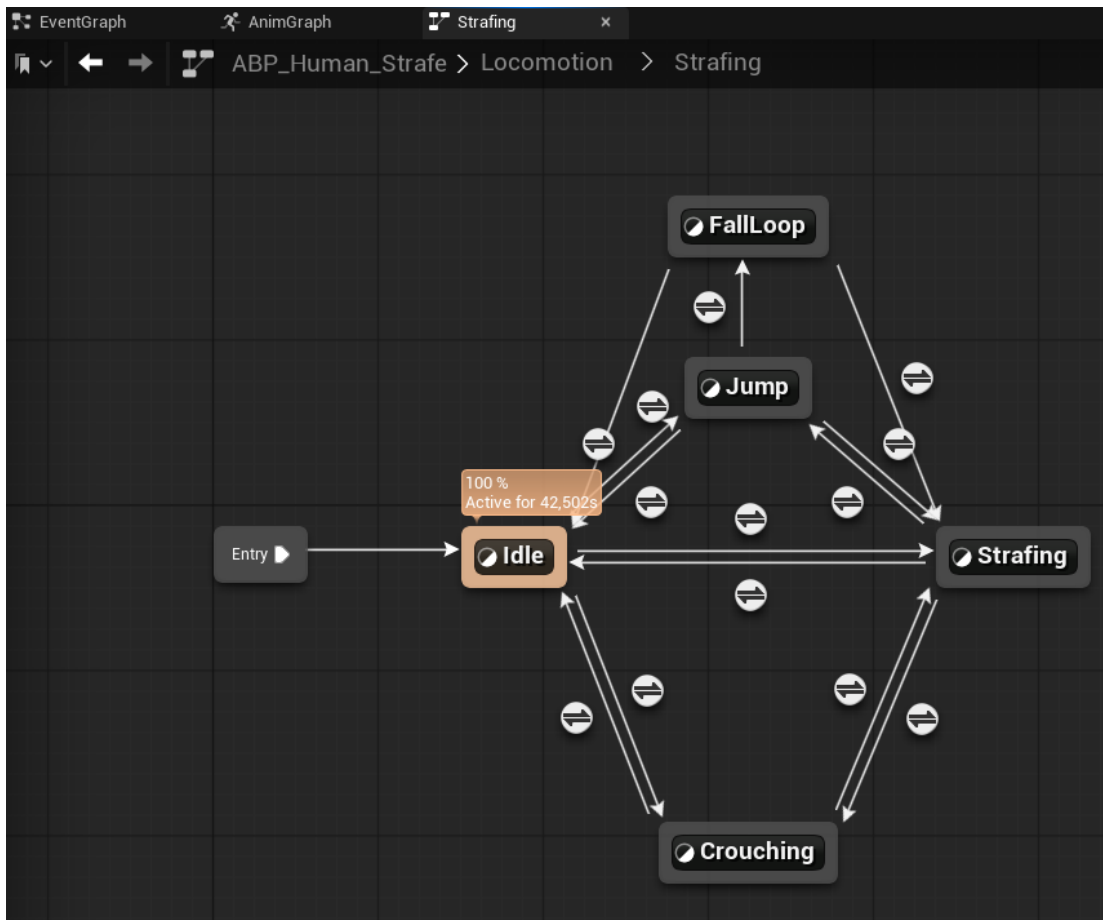


Abbildung 5: State Machine der Bein-Lokomotion in Medieval Frontier (Screenshot aus Unreal Engine).

Die State Machine des Bein-ABP basiert auf einfachen booleschen Variablen, die aus dem Player-BP gesetzt werden. Parameter wie *IsSprinting*, *IsWalking*, *IsJumping* und *IsCrouching* bestimmen, welcher Bewegungszustand aktiv ist. Die Übergänge zwischen diesen Zuständen sind bewusst klar gehalten, um jederzeit ein nachvollziehbares und stabiles Fortbewegungsverhalten zu gewährleisten.

Der Oberkörper-ABP ist deutlich komplexer aufgebaut, da er für sämtliche Interaktionen mit Werkzeugen und Waffen verantwortlich ist. Hier werden Animation Montages, AOs sowie Hand-IK miteinander kombiniert. Ein zentrales technisches Prinzip ist dabei die funktionale Trennung der linken und rechten Hand.



Abbildung 6: Hammer Interaktion der rechten Hand, während eine Fackel in der linken Hand ist (Medieval Frontier) (eigene Darstellung).

Abbildung 6 veranschaulicht einhändig geführte Werkzeuge wie Axt, Hammer oder Sichel technisch umgesetzt sind. Die zugehörigen Montages und AOs beeinflussen ausschließlich den rechten Arm und den Oberkörper, während die linke Hand unabhängig davon ein anderes Objekt, etwa eine Fackel mit eigenem AO, halten kann. Die Blend-Logik stellt sicher, dass diese parallelen Aktionen nicht miteinander kollidieren und visuell konsistent bleiben.

Beidhändige Werkzeuge wie die Spitzhacke werden ebenfalls über die rechte Hand geführt, während die linke Hand unterstützend eingesetzt wird. In diesem Fall wird die linke Hand nicht über eine separate Montage animiert, sondern über IK an den Griff des Werkzeugs ausgerichtet. Dadurch bleibt die Bewegung der rechten Hand führend, während die linke Hand automatisch eine passende Position einnimmt.

Für Fernkampfaffen wird die Handlogik technisch gespiegelt. Beim Bogen und der Armbrust wird die Waffe in der linken Hand gehalten, während die rechte Hand über IK für das Spannen der Sehne zuständig ist. Diese Unterschiede werden über unterschiedliche Montages, IK-Ziele und Handkonfigurationen im Oberkörper-ABP abgebildet.

Equip- und Unequip-Vorgänge werden über Animation Montages realisiert, die abhängig von der genutzten Hand ausgewählt werden. Dadurch ist sichergestellt, dass sowohl links- als auch rechtshändige Werkzeuge korrekt in die bestehende Animationslogik integriert werden können.

4.5 Inverse Kinematics und Aim Offsets

IK spielt eine zentrale Rolle für glaubhafte Werkzeug- und Waffeninteraktionen im True-FP-System von Medieval Frontier. IK wird gezielt eingesetzt, um unterstützende Handbewegungen dynamisch an die jeweils führende Hand und das verwendete Werkzeug anzupassen.

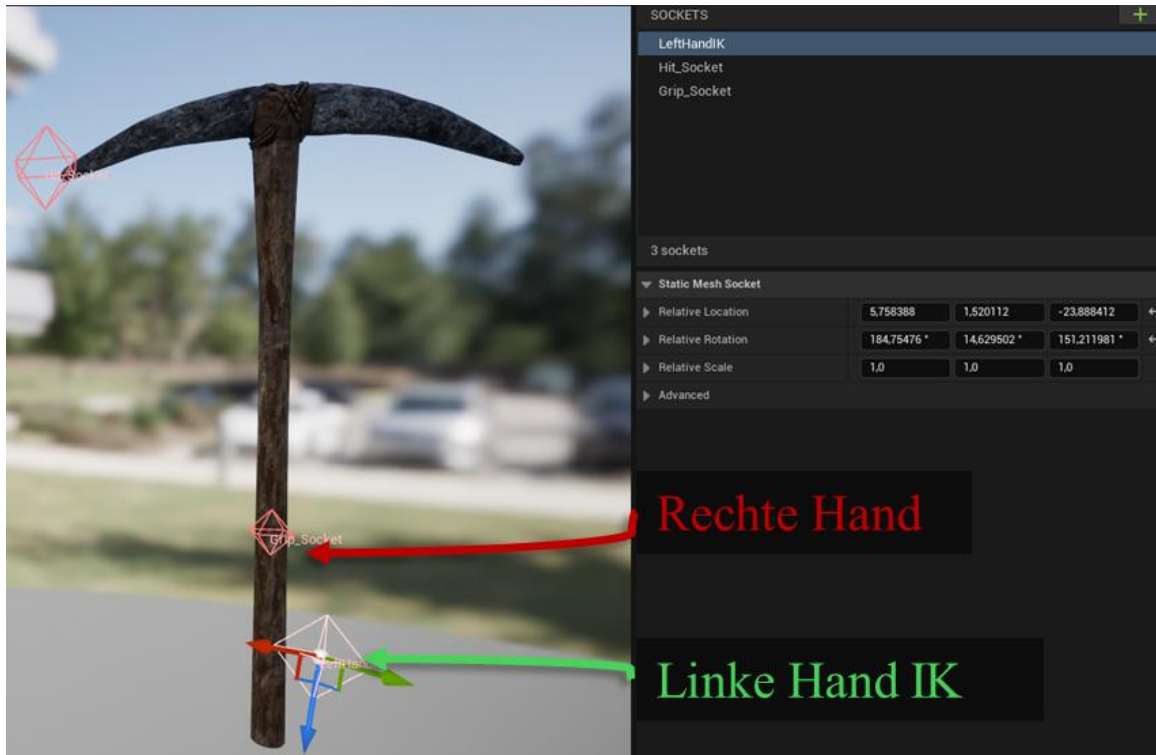


Abbildung 7: Werkzeug Sockets (Screenshot aus Unreal Engine).

Bei einhändigen Werkzeugen bleibt die unterstützende Hand vollständig unabhängig und wird nicht durch IK beeinflusst. Bei beidhändigen Werkzeugen wie der Spitzhacke wird hingegen die linke Hand dauerhaft über IK an einem definierten Griffpunkt, einen sogenannten *Socket* der im Mesh des Werkzeugs definierte lokale Koordinaten speichert und die Hand ausrichtet. Die Zielpositionen werden aus dem Socket ermittelt und im Event Graph des ABP verarbeitet. Dadurch bleibt die linke Hand auch bei variierender Blickrichtung oder Körperbewegung stabil am Werkzeug positioniert.



Abbildung 8: Hand-IK zur korrekten Positionierung der Hände an Bogen bzw. Waffe (Screenshot aus Unreal Engine).

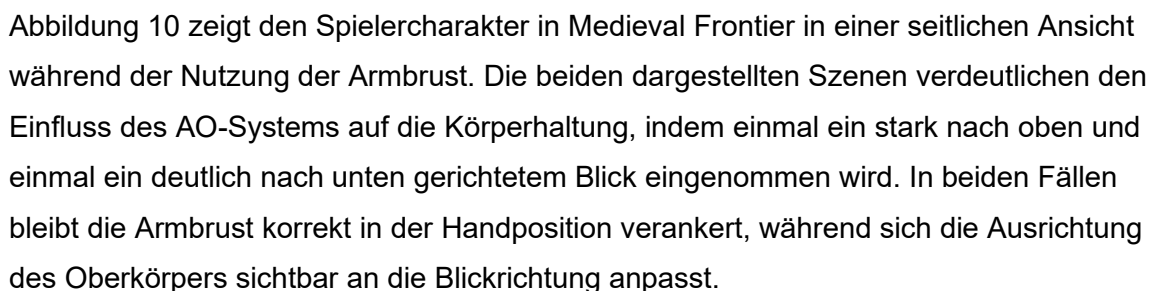
Ein ähnliches Prinzip wird bei Fernkampfswaffen angewendet, nur gespiegelt. Die rechte Hand wird per IK an der Sehne ausgerichtet, während die linke Hand die Waffe führt. Die IK-Logik sorgt dafür, dass Spann- und Nachladebewegungen unabhängig von der Körperhaltung konsistent bleiben und korrekt mit den zugrunde liegenden Animationen zusammenspielen.

AOs ergänzen diese IK-Lösungen und ermöglichen eine dynamische Anpassung der Oberkörper- und Armhaltung an die Blickrichtung der Kamera. Für jedes Werkzeug existieren spezifische AOs, die fließend ineinander überblendet werden. Dadurch bleibt die Werkzeugausrichtung jederzeit mit der Kamerabewegung synchronisiert, ohne dass separate Animationen für jede Blickrichtung erforderlich sind.



Abbildung 9: Hand IK mit AO, vergleichbar mit Abbildung 7 (Medieval Frontier).

Die Abbildung verdeutlicht damit exemplarisch, wie durch die gezielte Verknüpfung von Animationsdaten und IK-Logik ein konsistentes und körpernahes Interaktionserlebnis im Rahmen eines True-FP-Systems erreicht werden kann.



Das verwendete AO-System bewirkt, dass die Rotation der Kamera nicht isoliert auf die Waffenhaltung oder die Arme angewendet wird, sondern auf den gesamten Oberkörper übertragen wird. Insbesondere Wirbelsäule, Schultern und Arme folgen der Blickrichtung in abgestufter Form, wodurch eine natürliche Körperbewegung entsteht. Diese Verteilung der Rotation verhindert unnatürliche Knickungen einzelner Körperteile und sorgt dafür, dass die Bewegung des Charakters biomechanisch plausibel bleibt.

Die Abbildung macht zudem deutlich, dass AOs in Medieval Frontier nicht nur der Ausrichtung von Waffen dienen, sondern ein zentrales Gestaltungsmittel für Körperkohärenz im True-FP-System darstellen. Durch die Kombination aus AOs und Hand-IK bleibt die Interaktion mit der Armbrust auch bei extremen Blickwinkeln konsistent, ohne dass es zu sichtbarem Clipping oder einer Entkopplung von Kamera und Körper kommt.

4.6 Modularer Animationscontroller und Inputverarbeitung

Ein modularer True-FP-Charakter benötigt einen klar strukturierten Animationscontroller, der Eingaben sauber an die richtige Komponente weitergibt. In Medieval Frontier erfolgt die Aufteilung der Animation primär über *Event-Dispatching* und Variablenupdates aus dem Player-BP. Bewegungszustände werden direkt an den Bein-ABP weitergeleitet, während Werkzeug- und Aim-relevante Variablen an den Oberkörper-ABP übergeben werden. Die Modularität ermöglicht, dass beide Bereiche unabhängig voneinander reagieren können, ohne dass sie voneinander abhängen.

Ein weiterer wichtiger Bestandteil der technischen Umsetzung ist die Verarbeitung von Interaktionsinputs und deren Weiterleitung an die Animationssysteme. In Medieval Frontier wird hierfür eine eigene BP-Component verwendet, die als zentrale Instanz für sämtliche Interaktionen des Spielercharakters fungiert.

Sobald der Spieler die Interaktionstaste betätigt, wird ein Signal an diese Interaktionskomponente gesendet. Innerhalb der Komponente erfolgt zunächst eine Zustandsprüfung, um festzustellen, ob eine neue Interaktion überhaupt zulässig ist. Dabei wird unter anderem überprüft, ob bereits eine Interaktion aktiv ist, ob der Spieler durch ein aktuell ausgeführtes Werkzeug oder eine Animation blockiert ist oder ob andere Zustände vorliegen, die eine Interaktion verhindern. Erst wenn diese Bedingungen erfüllt sind, wird die Interaktion freigegeben.

Im nächsten Schritt ermittelt die Interaktionskomponente, welches Werkzeug aktuell ausgerüstet ist. Auf Basis dieser Information wird entschieden, welche Interaktionsanimation abgespielt werden soll und welcher Körperbereich davon betroffen ist. Die entsprechende Animation wird anschließend über definierte Schnittstellen an den zuständigen ABP übergeben. Parallel dazu setzt die Komponente die notwendigen Zustandsvariablen in den angebundenen Systemen, um widersprüchliche Eingaben zu verhindern. So wird beispielsweise während eines Axtschlags der Werkzeugwechsel temporär gesperrt oder bei einem beidhändigen Schlag mit der Spitzhacke die Fortbewegung deaktiviert.

Während der Laufzeit einer Interaktionsanimation wird zusätzlich eine kontextabhängige Überprüfung durchgeführt. In einem festgelegten zeitlichen Fenster der Animation wird pro *Tick* ein Kamera-*Trace* ausgeführt, um zu prüfen, ob die Interaktion inhaltlich korrekt ist. Dabei wird kontrolliert, ob das aktuell verwendete Werkzeug zur anvisierten Interaktion passt. Ein Hammerschlag auf ein Gebäudeelement kann so als gültige Bauaktion erkannt werden, während dieselbe Aktion mit einer Feldhacke keine Wirkung zeigt. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass Werkzeuge ausschließlich in den für sie vorgesehenen Kontexten wirksam sind.

Nach Abschluss der Interaktionsanimation gibt die Interaktionskomponente den Spielercharakter wieder frei. Sämtliche temporären Sperren werden aufgehoben, und der Charakter kann erneut Eingaben entgegennehmen. Dieser Mechanismus stellt sicher, dass Interaktionen klar abgegrenzt, reproduzierbar und systemweit konsistent ablaufen und sich nahtlos in das modulare Animations- und Gameplay-System integrieren.

Die konzeptionelle Beidhändigkeit wird in Medieval Frontier technisch über eine kontextabhängige Abfrage der Handbelegung umgesetzt. Beim Auslösen einer Sammel- oder Aufsammelaktion wird zunächst geprüft, ob eine der beiden Hände frei ist oder ob beide Hände durch Werkzeuge oder Objekte belegt sind. Diese Abfrage erfolgt im Player-BP und steuert, ob eine entsprechende Sammelanimation abgespielt wird.

Ist mindestens eine Hand frei, wird die Sammelaktion visuell durch eine Animation dargestellt, die gezielt auf die freie Hand angewendet wird. Welche Hand genutzt wird, ergibt sich dabei aus dem aktuellen Belegungszustand. Befindet sich ein Werkzeug in der rechten Hand, wird die Sammelanimation über die linke Hand abgespielt und

umgekehrt. Die zugehörigen Animationen sind so gestaltet, dass sie sich in die bestehende Oberkörper- und Lokomotion-Logik einfügen, ohne diese zu unterbrechen.

Sind hingegen beide Hände belegt, wird auf eine Sammelanimation verzichtet. Die Interaktion selbst wird dennoch ausgeführt, sodass das Objekt in das Inventar übernommen wird. Durch diese Trennung von funktionaler Interaktion und visueller Darstellung wird verhindert, dass unplausible Bewegungen entstehen, während gleichzeitig der Spielfluss erhalten bleibt.

Die Umsetzung fügt sich nahtlos in die bestehende Architektur des Oberkörper-ABP ein. Die Sammelanimationen werden als Montages behandelt und nur dann ausgelöst, wenn die entsprechenden Bedingungen erfüllt sind. Dadurch bleibt das System modular erweiterbar und erlaubt es, zukünftige Interaktionen oder neue Werkzeuge ohne grundlegende Änderungen an der Beidhändigkeitslogik zu integrieren.

4.7 Beispielhafte Workflows: Animationen, Werkzeuge und Erweiterbarkeit

Die Auswirkungen der gewählten Animationsarchitektur zeigen sich besonders deutlich in alltäglichen Entwickler-Workflows, etwa beim Hinzufügen neuer Werkzeuge oder Animationen. In Medieval Frontier ist dieser Prozess klar strukturiert, da sämtliche Werkzeuge auf dasselbe vollständige Skelett zugreifen und in das bestehende True-FP-System integriert werden.

Neue Werkzeuge benötigen in Medieval Frontier eine definierte Menge an Komponenten. Dazu zählen ein entsprechendes Item-Mesh, eine Equip- und eine Unequip-Animation sowie passende AOs. Diese Elemente sind logisch miteinander verknüpft und werden zentral über ein Item-Data-Asset verwaltet. Da die grundlegende IK-Logik bereits im Oberkörper-ABP implementiert ist, können neue Werkzeuge vergleichsweise effizient eingebunden werden, sofern die relevanten Zielpositionen für die Hände korrekt im jeweiligen Item-Mesh definiert sind. Auf diese Weise lassen sich neue Werkzeuge wie Axt, Harke oder Spitzhacke zügig in das bestehende System integrieren, ohne Anpassungen an der grundlegenden Animationsarchitektur vornehmen zu müssen. Die Beinanimationen bleiben von diesen Erweiterungen vollständig unberührt, da sie unabhängig vom Werkzeug- und Oberkörper-System ablaufen.

Der konkrete Workflow zur Erstellung eines neuen Werkzeugs beginnt mit dem Anlegen eines Item-Data-Assets, das von einer allgemeinen Item-Klasse erbt. Durch diese Vererbung stehen bereits zahlreiche vordefinierte Parameter zur Verfügung, darunter Name, Haltbarkeit, Mesh, Interaktionsanimationen, Equip- und Unequip-Montages, Händigkeit sowie Crafting-Informationen. Sobald diese Daten vollständig hinterlegt sind, kann das neue Item im Spiel ausgerüstet werden. Im Anschluss erfolgt eine visuelle Überprüfung, bei der kontrolliert wird, ob AOs oder Animationen mit der Kamera kollidieren oder unerwünschtes Clipping verursachen. Gegebenenfalls werden diese Animationen iterativ angepasst.

In Prospera gestaltet sich der Workflow aufgrund der anderen Animationsarchitektur deutlich anders. Da das Projekt keinen True-FP-Ansatz verfolgt, werden Werkzeuge in der FP-Ansicht ausschließlich über Animation Montages der separaten FP-Arme dargestellt. Diese Arme sind vollständig vom TP-Körper entkoppelt, sodass neue Werkzeuge in der subjektiven Perspektive lediglich passende FP-Animationen benötigen.

Für die TP-Darstellung werden Werkzeuge über Animation Montages im Motion-Matching-basierten ABP integriert, die ausschließlich den Oberkörper ab dem Bone *Spine_01* beeinflussen. Dadurch lassen sich neue Werkzeuge unkompliziert einbinden, solange sowohl eine FP- als auch eine TP-Version der jeweiligen Werkzeuganimation vorhanden ist. Die klare Trennung der Verantwortlichkeiten sorgt dafür, dass jederzeit eindeutig ist, welcher BP für welche Art von Bewegung oder Interaktion zuständig ist.

Das Erstellen eines Items erfolgt in Prospera grundsätzlich nach einem ähnlichen datengetriebenen Prinzip wie in Medieval Frontier. Allerdings müssen die Animationsanforderungen hier konsequent für beide Perspektiven berücksichtigt werden. Diese Architektur erhöht den initialen Animationsaufwand, bietet im Gegenzug jedoch eine klare Struktur, die FP-Interaktionen und TP-Bewegungen strikt voneinander trennt und damit visuelle Konflikte vermeidet.

5 Diskussion

In diesem Kapitel werden die zuvor beschriebenen technischen und gestalterischen Umsetzungen kritisch reflektiert und in Beziehung zu den Ergebnissen der explorativen Usability-Untersuchung gesetzt. Ziel ist es, die in Kapitel 4 dargestellten Design- und

Architekturentscheidungen nicht nur theoretisch, sondern auch anhand externer Wahrnehmungen einzuordnen.

Die Diskussion betrachtet sowohl die Stärken als auch die Grenzen der umgesetzten Systeme in Medieval Frontier und Prospera und geht der Frage nach, inwiefern die gewählten Architekturen die intendierten gestalterischen Ziele tatsächlich unterstützen. Darüber hinaus werden die Implikationen der Modularität für Wartbarkeit, Erweiterbarkeit und zukünftige Entwicklungen analysiert.

5.1 Externe Evaluation: Explorative Usability-Untersuchung

Zur ergänzenden Bewertung des entwickelten True-FP-Systems wurde eine explorative Usability-Untersuchung durchgeführt. Ziel war es, erste externe Rückmeldungen zum subjektiven Körpererleben, zur Wahrnehmung der Immersion sowie zur Verständlichkeit von Bewegungs- und Interaktionsabläufen zu erfassen.

5.1.1 Methodik

Die externe Evaluation wurde als explorative qualitative Usability-Untersuchung durchgeführt, um erste externe Rückmeldungen zum wahrgenommenen Körpererleben, zur Immersion sowie zur Verständlichkeit von Bewegungs- und Interaktionsabläufen zu erfassen. Ziel der Untersuchung war es nicht, repräsentative oder statistisch generalisierbare Aussagen zu treffen, sondern zu überprüfen, ob der Unterschied zwischen einem klassischen FP-System und einem konsequenten True-FP-System für Spielende unmittelbar wahrnehmbar ist und wie dieser Unterschied beschrieben wird. Der gewählte Ansatz entspricht einer formativen Evaluation, wie sie insbesondere zur Überprüfung gestalterischer Annahmen in frühen Entwicklungs- und Prototyping-Phasen eingesetzt wird (Witmer & Singer 1998; Jennett et al. 2008).

Als Vergleichsrahmen dienten die beiden in dieser Arbeit behandelten Projekte Prospera und Medieval Frontier. Alle Teilnehmenden spielten zufällig entweder Prospera als Beispiel für einen klassischen FP-Ansatz mit separaten FP-Armen oder Medieval Frontier als Beispiel für ein konsequentes True-FP-System mit vollständigem Körper. Die zufällige Reihenfolge wurde bewusst gewählt, da mögliche Reihenfolge- oder Kontrasteffekte ausgeschlossen werden können.

Die Untersuchung wurde mit sieben Testpersonen durchgeführt. Die Stichprobe umfasste Männer und Frauen im Alter von 20 bis 31 Jahren. Alle Teilnehmenden

verfügten über grundlegende Erfahrung mit FP-Spielen, waren jedoch nicht an der Entwicklung der beiden Projekte beteiligt. Dadurch sollte sichergestellt werden, dass die Wahrnehmung nicht durch Vorwissen über technische Hintergründe oder gestalterische Zielsetzungen beeinflusst wird.

Die Datenerhebung erfolgte ausschließlich qualitativ. Während der Tests wurden Beobachtungen zum Spielverhalten protokolliert, etwa zur Kameranutzung, zu Reaktionen auf Werkzeuganimationen oder zu wiederholten Handlungen. Ergänzend wurde nach Abschluss der Tests eine strukturierte Nachbefragung mit offenen Fragen durchgeführt. Die Auswertung erfolgte in Form einer qualitativen Inhaltszusammenfassung, bei der Aussagen thematisch gebündelt und auf wiederkehrende Muster hin untersucht wurden. Der Verzicht auf standardisierte Skalen oder quantitative Messwerte erfolgte bewusst, da der Fokus auf beschreibenden, subjektiven Eindrücken lag.

5.1.2 Versuchsaufbau und Durchführung

Die Usability-Untersuchung wurde vor Ort durchgeführt. Jede Testperson nahm einzeln an der Evaluation teil, um soziale Beeinflussung oder gegenseitige Rückkopplung zu vermeiden. Der Versuchsaufbau bestand aus einem Desktop-PC mit Tastatur und Maus sowie jeweils lauffähigen Testversionen von Prospera und Medieval Frontier. Vor Beginn erhielten die Teilnehmenden eine kurze Einführung in die grundlegende Steuerung. Hinweise auf konzeptionelle Unterschiede zwischen den beiden Systemen wurden bewusst vermieden, um Erwartungseffekte möglichst gering zu halten.

Jede Testperson absolvierte zwei aufeinanderfolgende Testphasen. Zunächst wurde zufällig entweder Prospera oder Medieval Frontier, anschließend das andere. Die Spielzeit pro Projekt betrug jeweils etwa 10 bis 15 Minuten, sodass sich eine Gesamtdauer von ca. 25 bis 35 Minuten pro Testperson inklusive Einführung und Nachbefragung ergab. In beiden Projekten wurden alle verfügbaren Werkzeuge von jeder Testperson genutzt, um eine vergleichbare Grundlage für die Wahrnehmung von Hand- und Werkzeuginteraktionen zu schaffen.

Die Testaufgaben waren in beiden Projekten identisch strukturiert und umfassten grundlegende Fortbewegung und Orientierung, Haltungswechsel wie Ducken und Aufstehen, die Nutzung einhändiger Werkzeuge sowie Aktionen mit beidhändiger oder asymmetrischer Handkoordination. Zusätzlich wurden die Teilnehmenden aufgefordert,

während bestimmter Aktionen bewusst die Kamera zu bewegen, um das Zusammenspiel von Animation und Kameraführung wahrzunehmen.

Während der Durchführung griff der Versuchsleiter nicht aktiv in den Spielablauf ein und beschränkte sich auf die Beantwortung grundlegender Bedienfragen. Unmittelbar nach Abschluss beider Testphasen erfolgte eine Nachbefragung mit offenen Leitfragen zum subjektiven Körpergefühl, zur Nachvollziehbarkeit der Interaktionen und zum wahrgenommenen Unterschied zwischen beiden Systemen. Die Antworten wurden stichpunktartig dokumentiert und gemeinsam mit den während des Tests gemachten Beobachtungen ausgewertet.

Als methodische Einschränkung ist festzuhalten, dass die feste Reihenfolge der Testphasen mögliche Kontrasteffekte begünstigen kann. Dieser Aspekt wird in der Diskussion berücksichtigt und schmälert nicht das Ziel der Untersuchung, nämlich zu prüfen, ob Unterschiede zwischen klassischem FP und True-FP für Spielende unmittelbar wahrnehmbar und beschreibbar sind.

5.2 Bewertung der technischen Umsetzung

Die technische Umsetzung der betrachteten Systeme lässt sich nicht isoliert anhand ihrer Architektur bewerten, sondern muss im Zusammenhang mit ihrer tatsächlichen Wahrnehmung durch Spielende betrachtet werden. Die explorative Usability-Untersuchung liefert hierfür wertvolle qualitative Anhaltspunkte. Insbesondere der direkte, sequenzielle Wechsel vom klassischen FP-Ansatz in Prospera hin zum True-FP-System in Medieval Frontier machte technische Unterschiede für alle sieben Testpersonen unmittelbar erfahrbar.

In Medieval Frontier basiert die gesamte Charakterdarstellung auf einem einzigen vollständigen Skelett, an das sowohl Kamera als auch sämtliche Animationen und Interaktionen gekoppelt sind. Diese Architektur führt zu einer hohen technischen Kohärenz, da es keine Trennung zwischen sichtbarem Körper, Bewegungslogik und Interaktionsebene gibt. Die Rückmeldungen aus der Usability-Untersuchung bestätigen, dass diese technische Entscheidung direkte Auswirkungen auf das subjektive Erleben hat. Mehrere Testpersonen beschrieben explizit das Gefühl zu haben: „einen Körper im Raum zu bewegen“. Dieser Eindruck lässt sich technisch auf die enge Kopplung von Kamera und Skelett sowie auf die konsistente Verwendung desselben Körpers für

Fortbewegung, Werkzeugnutzung und Blicksteuerung zurückführen (Slater 2003; Kiltner et al. 2012).

Ein zentraler Faktor hierfür ist die modulare, aber nicht fragmentierende Struktur der ABPs. Obwohl in *Medieval Frontier* zwei getrennte ABPs für Beine und Oberkörper verwendet werden, wirken diese nicht als unabhängige Systeme, sondern greifen auf dasselbe Skelett zu. Die Lokomotion bezogenen Zustände der Beine laufen unabhängig von den Werkzeuganimationen des Oberkörpers ab, ohne dass es zu sichtbaren Brüchen kommt. Die Evaluation zeigt, dass diese Trennung für Spielende nicht als Modularisierung wahrgenommen wird, sondern im Gegenteil zu einem stabilen und nachvollziehbaren Bewegungsbild beiträgt. Dies deckt sich mit bestehenden Empfehlungen zur funktionalen Trennung von Animationslogik, um Komplexität zu reduzieren, ohne die visuelle Kohärenz zu gefährden (Gregory 2018, S. 623–645).

Die Rückmeldungen der Testpersonen heben zudem die Rolle von IK hervor, insbesondere bei Werkzeugen mit asymmetrischer Handnutzung. Bei Bogen, Armbrust oder beidhändigen Werkzeugen wurde die Zusammenarbeit beider Hände als glaubwürdig und funktional beschrieben. Technisch wird dies durch Hand-IK realisiert, die Zielpositionen relativ zum Werkzeug stabil hält, auch wenn sich Blickrichtung oder Körperhaltung ändern. Die Evaluation legt nahe, dass diese IK-Lösungen nicht nur ein technisches Detail darstellen, sondern einen wesentlichen Beitrag zur Wahrnehmung eines funktionalen, handlungsfähigen Körpers leisten (Aristidou & Lasenby 2011; González-Franco & Peck 2018).

Im Kontrast dazu verdeutlicht *Prospera* die Eigenschaften eines hybriden Systems. Die Testpersonen beschrieben die FP-Darstellung in *Prospera* als präzise und kontrolliert, jedoch weniger körperlich. Diese Wahrnehmung ist technisch konsistent mit der Architektur des Systems. Die FP-Arme sind an die Kamera gebunden und existieren unabhängig vom vollständigen Körpermodell, das ausschließlich für die TP-Darstellung genutzt wird. Diese Trennung ermöglicht eine hohe visuelle Stabilität und klare Interaktionen, verzichtet jedoch bewusst auf eine durchgängige Körperrepräsentation. Die Evaluation zeigt, dass dieser Ansatz funktional akzeptiert wird, jedoch kein vergleichbares Körpererleben erzeugt wie das True-FP-System in *Medieval Frontier* (Klevjer 2012).

Auffällig ist, dass der wahrgenommene Unterschied nicht erst nach längerer Eingewöhnung entstand, sondern von allen Testpersonen unmittelbar nach dem

Wechsel zwischen den Systemen beschrieben wurde. Dies spricht dafür, dass technische Architekturentscheidungen auf dieser Ebene direkt erfahrbar sind und nicht nur implizit wirken. Gleichzeitig wurden auch technische Grenzen sichtbar. Einzelne Testpersonen merkten an, dass starke Werkzeuganimationen in Medieval Frontier die Kameraruhe temporär beeinträchtigen können. Diese Rückmeldungen bestätigen bekannte Herausforderungen von True-FP-Systemen, bei denen die direkte Kopplung von Kamera und Körper eine besonders sorgfältige Abstimmung erfordert (Swink 2009).

5.3 Gestalterische Bewertung: Spielgefühl, Lesbarkeit und Designentscheidungen

Die gestalterischen Auswirkungen eines Animations- und Perspektivsystems lassen sich nicht allein aus seiner technischen Architektur ableiten, sondern zeigen sich vor allem im subjektiven Spielerlebnis. Die Usability-Untersuchung bietet hierfür einen wichtigen Referenzrahmen, da sie verdeutlicht, wie unterschiedlich Spielende die beiden Systeme Prospera und Medieval Frontier wahrnehmen, obwohl beide funktional korrekt umgesetzt sind.

Ein zentrales Ergebnis der Evaluation ist die deutlich unterschiedliche Wahrnehmung des Spielgefühls. Medieval Frontier wurde von allen sieben Testpersonen als körperlich, bodennah und stark im Raum verankert beschrieben. Dieses Empfinden lässt sich gestalterisch auf die konsequente Sichtbarkeit des eigenen Körpers sowie auf die unmittelbare Rückkopplung zwischen Bewegung, Interaktion und Kamera zurückführen. Die Spielenden erleben nicht nur das Resultat ihrer Eingaben, sondern auch den Weg dorthin, wie beim Ausholen eines Werkzeugs, beim Ducken oder beim Wechsel zwischen Bewegungszuständen. Forschung zu Embodiment legt nahe, dass genau diese kontinuierliche visuelle Rückmeldung entscheidend für das Gefühl von Selbstlokation und Handlungskontrolle ist (Kiltner et al. 2012; González-Franco & Peck 2018).

Aus gestalterischer Sicht verstärkt die Sichtbarkeit der Beine eine räumliche Verankerung der Spielfigur. Mehrere Testpersonen beschrieben, dass ihnen ihre Position im Raum klarer erschien, insbesondere bei langsamen Bewegungen oder beim Stillstand. Dieser Effekt ist gestalterisch relevant, da er die Wahrnehmung von Bodenhaftung und Gewicht unterstützt, was für ein handwerklich orientiertes Survival-Spiel wie Medieval Frontier zentral ist. Gleichzeitig erhöht diese Körpernähe die

Sensibilität gegenüber Animationen und Kamerabewegungen. Wie einzelne Rückmeldungen zeigen, können starke Werkzeuganimationen als ungewohnt wahrgenommen werden, da sie sich unmittelbar auf die Kameraführung auswirken. Gestalterisch erfordert ein solcher Ansatz daher eine hohe Disziplin in der Animation und ein bewusstes Abwägen zwischen Ausdrucksstärke und Kameraruhe (Swink 2009).

Prospera wurde im direkten Vergleich als funktional, klar und übersichtlich wahrgenommen. Die Testpersonen beschrieben die FP-Perspektive als präzise, jedoch weniger körperlich. Diese Wahrnehmung ist gestalterisch konsistent mit der bewussten Reduktion der FP-Darstellung auf Arme und Werkzeuge. Durch die fehlende Sichtbarkeit von Beinen und Oberkörper entsteht eine stärkere Trennung zwischen Blickrichtung und Körperbewegung, was das Spielgefühl leichter und weniger träge wirken lässt. Forschung zur Perspektivgestaltung zeigt, dass solche Systeme häufig eine höhere visuelle Kontrolle ermöglichen und insbesondere in dynamischen oder managementorientierten Spielsituationen Vorteile bieten (Klevjer 2012)

Die TP-Perspektive in Prospera ergänzt dieses Spielgefühl durch Übersicht und Lesbarkeit. Der Wechsel in die Außenansicht erlaubt es, Bewegungen des Charakters als Ganzes zu erfassen und komplexere Situationen besser zu überblicken. Aus gestalterischer Sicht entsteht hier ein bewusster Bruch mit der verkörperten Perspektive, der jedoch nicht als störend wahrgenommen wurde. Vielmehr bestätigten die Testergebnisse, dass die klare Trennung der Perspektiven hilft, Erwartungshaltungen der Spielenden zu steuern: FP steht für präzise Interaktion, TP für Orientierung und Kontrolle. Diese klare Zuordnung reduziert kognitive Belastung und erhöht die Lesbarkeit des Systems.

Ein weiterer gestalterischer Aspekt betrifft die Wahrnehmung von Konsistenz. In Medieval Frontier entsteht Konsistenz durch Einheitlichkeit: Kamera, Körper und Interaktion gehören sichtbar zusammen. In Prospera entsteht Konsistenz durch Trennung: Jede Perspektive erfüllt eine klar definierte Funktion. Die Usability-Untersuchung zeigt, dass beide Formen von Konsistenz für Spielende nachvollziehbar sind, sofern sie konsequent umgesetzt werden. Entscheidend ist somit weniger die Wahl des Systems als die Klarheit seiner gestalterischen Zielsetzung.

5.4 Auswirkungen auf die Immersion und Kohärenz im jeweiligen

Spielkontext

Die Wahrnehmung von Immersion und Kohärenz ergibt sich nicht aus einzelnen technischen oder gestalterischen Maßnahmen, sondern aus deren Zusammenspiel. Die durchgeführte Usability-Untersuchung zeigt, dass sich unterschiedliche Systemarchitekturen unmittelbar auf das subjektive Erleben auswirken und dass diese Effekte von Spielenden klar benannt werden können. Immersion erweist sich dabei nicht als eindimensionales Phänomen, sondern als Ergebnis einer stimmigen Beziehung zwischen Perspektive, Körperdarstellung und Interaktionslogik (Witmer & Singer 1998; Jennett et al. 2008).

In Medieval Frontier entsteht Immersion vor allem durch ein hohes Maß an Körperkohärenz. Die vollständige Einbindung des Körpers in die FP-Perspektive führt dazu, dass Bewegungen nicht isoliert wahrgenommen werden, sondern stets den gesamten Körper betreffen. Die Testpersonen beschrieben wiederholt, dass sich Bewegungen wie Ducken, Gehen oder Werkzeugnutzung geschlossen und nachvollziehbar anfühlten. Diese Wahrnehmung lässt sich auf die direkte Kopplung von Kamera, Skelett und Animation zurückführen, durch die visuelle Rückmeldung und Eingabe eng miteinander verknüpft sind. Forschung zur Präsenz beschreibt diesen Effekt als zentrale Voraussetzung für das Gefühl physischer Anwesenheit im virtuellen Raum (Slater 2003; Slater 2009).

Ein wesentlicher Beitrag zur Kohärenz liegt in der konsistenten Nutzung desselben Körpers für alle Interaktionen. Werkzeuge sind nicht als rein visuelle Overlays implementiert, sondern Teil des physischen Charakters. Die beidhändige Nutzung von Werkzeugen, unterstützt durch IK, verstärkt den Eindruck funktionaler Körperlichkeit. Die Usability-Untersuchung legt nahe, dass gerade diese Interaktionen maßgeblich zur Wahrnehmung eines handlungsfähigen Körpers beitragen. Testpersonen beschrieben, dass sie Aktionen nicht als abstrakte Animationen, sondern als zielgerichtete körperliche Handlungen erlebten. Diese Form der Verkörperung wird in der Literatur als Embodiment beschrieben und gilt als wichtiger Faktor für nachhaltige Immersion (Kiltner et al. 2012; González-Franco & Peck 2018).

Gleichzeitig zeigt sich, dass diese Form der Immersion mit spezifischen Anforderungen verbunden ist. Die direkte Kopplung der Kamera an den Körper erhöht die Sensibilität

gegenüber Animationen. Bewegungen, die in einer TP-Ansicht unproblematisch erscheinen, wirken in der subjektiven Perspektive deutlich intensiver. Die Rückmeldungen der Testpersonen, die einzelne Werkzeuganimationen als ungewohnt wahrnahmen, verdeutlichen, dass Kohärenz nicht automatisch mit Komfort gleichzusetzen ist. Immersion entsteht hier durch Nähe und Konsequenz, erfordert jedoch eine bewusste gestalterische Kontrolle, um Überforderung oder Irritation zu vermeiden (Swink 2009).

In Prospera entsteht Immersion auf andere Weise. Das Projekt verzichtet bewusst auf ein durchgängiges Körpererleben in der FP-Perspektive und erzeugt Kohärenz stattdessen über funktionale Klarheit. Die FP-Ansicht ist auf Arme und Werkzeuge reduziert und vermittelt Immersion vor allem durch präzise Rückmeldung und stabile Kameraführung. Die Testpersonen beschrieben diese Perspektive als kontrolliert und verlässlich, jedoch weniger körperlich. Diese Wahrnehmung entspricht der Zielsetzung des Systems, das Interaktion und Übersicht priorisiert und körperliche Selbstlokation in den Hintergrund stellt (Klevjer 2012).



Abbildung 11: Perspektivwechsel in Prospera zwischen First-Person- und Third-Person-Ansicht (Screenshot aus Unreal Engine).

Die TP-Perspektive ergänzt dieses Erlebnis, indem sie eine konsistente Außenansicht des Charakters bietet. Immersion entsteht hier weniger durch Verkörperung, sondern durch Orientierung und Lesbarkeit. Der Wechsel zwischen den Perspektiven erlaubt es Spielenden, situativ zwischen unterschiedlichen Wahrnehmungsmodi zu wechseln. Die Usability-Ergebnisse zeigen, dass diese Form der Kohärenz akzeptiert wird, solange die Trennung der Perspektiven klar kommuniziert und technisch stabil umgesetzt ist. Immersion entsteht in Prospera somit nicht durch Einheitlichkeit, sondern durch eine funktionale Aufteilung der Wahrnehmungsebenen.

Der Vergleich beider Systeme macht deutlich, dass Immersion und Kohärenz kontextabhängig sind. In Medieval Frontier wird Immersion durch körperliche Nähe und

durchgängige Selbstlokation erzeugt, während Prospera auf situative Immersion setzt, die sich aus Kontrolle, Übersicht und klaren Interaktionsmustern speist. Die Usability-Untersuchung bestätigt, dass beide Ansätze erfolgreich sein können, sofern ihre jeweiligen Stärken bewusst eingesetzt werden.

5.5 Rückblick: Herausforderungen und Entwicklungsprozesse

Die Entwicklung der beiden Animations- und Perspektivsysteme machte deutlich, dass modulare True-FP-Architekturen nicht nur konzeptionell anspruchsvoll sind, sondern auch im Entwicklungsprozess spezifische Herausforderungen mit sich bringen. Viele dieser Herausforderungen wurden erst im praktischen Einsatz und insbesondere durch die externe Evaluation sichtbar. Der Rückblick auf den Entwicklungsprozess erlaubt es daher, technische Entscheidungen nicht nur im Hinblick auf ihre Funktionalität, sondern auch auf ihre Auswirkungen auf Wahrnehmung, Wartbarkeit und gestalterische Kontrolle zu reflektieren.

In Medieval Frontier stellte die konsequente Umsetzung eines True-FP-Systems die größte Herausforderung dar. Die Entscheidung, Kamera, Körper und Interaktion vollständig an ein einziges Skelett zu koppeln, erhöhte die Anforderungen an Animation und Systemabstimmung erheblich. Jede neue Werkzeuganimation musste nicht nur funktional korrekt sein, sondern auch im direkten Zusammenspiel mit Kamera und Körperhaltung bestehen. Fehler oder Ungenauigkeiten in Animation, Timing oder Haltung wurden unmittelbar sichtbar und wirkten sich direkt auf das Spielerlebnis aus. Die in der Usability-Untersuchung geäußerten Hinweise auf ungewohnte Kamerabewegungen bei starken Werkzeugaktionen bestätigen, dass diese Nähe zwischen Animation und Wahrnehmung sowohl Stärke als auch Risiko des Systems ist.

Ein weiterer Entwicklungsaufwand ergab sich aus der Vielzahl an Werkzeugen und deren unterschiedlichen Anforderungen. Einhändige, beidhändige sowie asymmetrische Werkzeuge wie Bogen oder Armbrust erforderten jeweils eigene AOs, Montages und IK-Konfigurationen. Die Modularisierung der Animationslogik in Bein- und Oberkörper-ABP erwies sich hierbei als entscheidend, um die Komplexität beherrschbar zu halten. Ohne diese funktionale Trennung wäre die Erweiterung des Systems um neue Werkzeuge kaum skalierbar gewesen. Gleichzeitig zeigte sich, dass Modularität nicht automatisch zu geringem Aufwand führt, sondern vor allem Struktur und Kontrolle ermöglicht.

In Prospera lagen die Herausforderungen weniger in der Detailtiefe einzelner Animationen, sondern in der Koordination mehrerer Systeme. Der Wechsel zwischen First- und Third-Person-Perspektive erforderte eine saubere Trennung von Meshes, ABPs und Kameras, um visuelle Inkonsistenzen und Performanceprobleme zu vermeiden. Insbesondere musste sichergestellt werden, dass deaktivierte Systeme keine unerwünschten Seiteneffekte verursachen und dass der Perspektivwechsel für Spielende als kohärent wahrgenommen wird. Die Ergebnisse der Usability-Untersuchung zeigen, dass diese Trennung für Spielende nachvollziehbar blieb, was die grundsätzliche Tragfähigkeit des hybriden Ansatzes bestätigt.

Eine zentrale Erkenntnis aus beiden Projekten ist, dass technische Modularität allein nicht ausreicht. Entscheidend ist, dass Modularität entlang klar definierter funktionaler Grenzen erfolgt. In Medieval Frontier sind diese Grenzen zwischen Fortbewegung und Interaktion gezogen, in Prospera zwischen Perspektiven und Darstellungsformen. Die externe Evaluation zeigt, dass Spielende diese Grenzen nicht als technische Trennung wahrnehmen, solange sie gestalterisch konsistent umgesetzt sind. Werden Grenzen jedoch unscharf oder inkonsequent, besteht die Gefahr von Wahrnehmungsbrüchen, die Immersion und Kohärenz beeinträchtigen.

Darüber hinaus verdeutlicht der Entwicklungsprozess, dass True-FP kein universeller Lösungsansatz ist. Die hohe gestalterische und technische Kontrolle, die für ein kohärentes Körpererleben notwendig ist, geht mit erhöhtem Produktionsaufwand und eingeschränkter Flexibilität einher. Hybride Systeme wie in Prospera reduzieren diesen Aufwand, verzichten jedoch bewusst auf ein durchgängiges Körpererleben. Die Usability-Ergebnisse bestätigen, dass diese Entscheidung für bestimmte Spielkontexte sinnvoll sein kann und nicht zwangsläufig als Qualitätsverlust wahrgenommen wird.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Entwicklung modularer FP-Systeme eine enge Verzahnung von Technik, Gestaltung und Evaluation erfordert. Viele relevante Eigenschaften eines Systems werden erst im Zusammenspiel aller Komponenten sichtbar. Die im Rahmen dieser Arbeit gemachten Erfahrungen und die Ergebnisse der externen Evaluation zeigen, dass iterative Entwicklung und frühes Feedback zentrale Werkzeuge sind, um die Komplexität solcher Systeme beherrschbar zu machen und ihre gestalterischen Ziele zuverlässig zu erreichen.

Damit bestätigt die Diskussion die zentrale These dieser Arbeit: Modularität ist kein Selbstzweck, sondern ein gestalterisches Werkzeug, das es erlaubt, Körpererleben,

Immersion und Kontrolle gezielt auszubalancieren, jedoch abhängig vom jeweiligen Spielkonzept und den gewünschten Spielerfahrungen.

6 Fazit und Ausblick

Ziel dieser Arbeit war es, zu untersuchen, wie ein modulares True-FP-Animationssystem in Unreal Engine gestaltet und technisch umgesetzt werden kann, um ein konsistentes Körpererleben und eine erhöhte Immersion zu fördern. Ausgangspunkt war die Beobachtung, dass viele klassische FP-Spiele auf abstrahierte oder entkoppelte Darstellungen zurückgreifen, bei denen der Körper der Spielfigur nur implizit oder fragmentiert vermittelt wird. Dies kann zu Brüchen in Körperkohärenz und physischer Präsenz führen (Slater 2003; Kiltner et al. 2012).

Anhand der beiden Projekte Medieval Frontier und Prospera konnte gezeigt werden, dass Modularität nicht an eine einzelne technische Architektur gebunden ist, sondern auf unterschiedlichen Ebenen realisiert werden kann. Medieval Frontier demonstriert einen konsequenten True-FP-Ansatz, bei dem ein einziges vollständiges Skelett als gemeinsame Grundlage für Kamera, Körperanimation und Werkzeuginteraktion dient. Die modulare Aufteilung der Animationslogik in separate ABPs für Beine und Oberkörper erlaubt eine klare funktionale Trennung, ohne den Körper visuell zu fragmentieren. Der gezielte Einsatz von IK und AOs trägt wesentlich dazu bei, Werkzeuge und Hände glaubwürdig im Raum zu verankern und auch bei variierender Blickrichtung stabile, kohärente Interaktionen zu gewährleisten.

Prospera verfolgt hingegen bewusst keinen True-FP-Ansatz, sondern nutzt ein hybrides System aus separaten FP-Armen und einem vollständigen TP-Körper mit Motion-Matching-basierter Lokomotion. Diese Architektur ermöglicht eine hohe visuelle Kontrolle in der FP-Perspektive sowie eine flüssige und qualitativ hochwertige Bewegung in der TP-Ansicht. Durch die klare Trennung der Animationszuständigkeiten und den sauberen Perspektivwechsel werden visuelle Konflikte vermieden. Gleichzeitig zeigt sich, dass durch die fehlende vollständige Körperdarstellung in der First Person das Erleben einer durchgängigen Selbstlokation eingeschränkt ist und die Wahrnehmung stärker funktional als verkörpert ausfällt.

Die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführte explorative Usability-Untersuchung mit sieben Testpersonen liefert zusätzliche qualitative Hinweise auf die Wirkung der beiden

Ansätze. Der direkte Wechsel von einem klassischen FP-System (Prospera) zu einem True-FP-System (Medieval Frontier) machte Unterschiede im Körpergefühl unmittelbar erfahrbar. Die Rückmeldungen legen nahe, dass ein konsequent umgesetztes True-FP-System das subjektive Empfinden von Immersion und physischer Präsenz deutlich stärken kann. Gleichzeitig wurde sichtbar, dass diese Nähe zum Körper erhöhte Anforderungen an Animation, Kameraführung und gestalterische Kontrolle mit sich bringt.

Vor diesem Hintergrund lässt sich die zentrale Forschungsfrage wie folgt beantworten: Ein modulares True-FP-Animationssystem in Unreal Engine kann dann ein konsistentes Körpererleben und eine erhöhte Immersion fördern, wenn technische Architektur, Animationsdesign und Kamerakzept konsequent aufeinander abgestimmt sind. Entscheidend sind dabei eine klare Trennung funktionaler Animationsverantwortlichkeiten, der gezielte Einsatz von IK und AOs zur Sicherung der Körperkohärenz sowie eine Kameraführung, die direkt an das physische Charaktermodell gekoppelt ist. True-FP entsteht nicht durch einzelne Engine-Features, sondern durch eine ganzheitliche Systemarchitektur, in der Kamera, Körper und Interaktion auf einem gemeinsamen Modell beruhen.

Die Einordnung der Ergebnisse zeigt zugleich, dass True-FP kein universell überlegener Ansatz ist. Systeme wie Medieval Frontier maximieren Körpererleben und physische Präsenz, sind jedoch technisch anspruchsvoll und mit höherem Produktionsaufwand verbunden. Hybride Systeme wie Prospera verzichten bewusst auf vollständige Körperintegration in der FP, gewinnen dafür jedoch an Flexibilität, Übersicht und Produktionsökonomie. Die Wahl des Systems sollte daher stets vom Spielkonzept, dem gewünschten Spielerlebnis und den gestalterischen Prioritäten abhängen.

Für zukünftige Arbeiten ergeben sich mehrere Ansatzpunkte. Eine naheliegende Erweiterung wäre eine umfangreichere empirische Evaluation, etwa durch Vergleichsstudien zwischen True-FP- und klassischen FP-Systemen unter kontrollierten Bedingungen (Witmer & Singer 1998; Jennett et al. 2008). Auch technisch bieten sich Weiterentwicklungen an, beispielsweise durch den verstärkten Einsatz von Ganzkörper-IK oder erweiterten Control-Rig-Systemen, um den Körper noch dynamischer an Umwelt und Interaktionen anzupassen. Darüber hinaus ließe sich das in dieser Arbeit beschriebene Konzept auf Virtual- oder Mixed-Reality-Anwendungen übertragen, in denen Körpererleben eine noch zentralere Rolle spielt (Kiltner et al. 2012).

Abschließend zeigt diese Arbeit, dass sich True-FP nicht nur theoretisch begründen, sondern auch praxisnah, modular und wartbar in Unreal Engine umsetzen lässt, sofern Modularität, Körperkohärenz und gestalterische Zielsetzung von Beginn an gemeinsam gedacht und entwickelt werden.

Literaturverzeichnis

- Aristidou, A. & Lasenby, J. (2011): *FABRIK: A fast, iterative solver for the Inverse Kinematics problem*. In: Graphical Models, 73(5), S. 243–260. DOI: 10.1016/j.gmod.2011.05.003
- Battlestate Games (2024): *Escape from Tarkov* [PC Game]. Eigenveröffentlichung.
- Botvinick, M. & Cohen, J. (1998): Rubber hands “feel” touch that eyes see. 756.
- Cairns, P.; Cox, A. L. & Nordin, A. I. (2014): Immersion in digital games: review of gaming experience research. In: Handbook of Digital Games, S. 337–361. John Wiley & Sons Ltd. DOI: 10.1002/9781118796443.ch12
- CD Projekt Red (2020): *Cyberpunk 2077* [PC Game]. CD Projekt.
- Epic Games (2024): *Unreal Engine Documentation*. Online verfügbar unter: <https://docs.unrealengine.com> (Zugriff am 17. 12. 2025).
- FromSoftware (2022): *Elden Ring* [PC Game]. Bandai Namco Entertainment.
- Ghost Ship Games (2018): *Deep Rock Galactic* [PC Game]. Coffee Stain Publishing.
- González-Franco, M. & Peck, T. C. (2018): Avatar embodiment: Towards a standardized questionnaire. In: Frontiers in Robotics and AI, 5, S. 1–9. DOI: 10.3389/frobt.2018.00074.
- Holden, D.; Saito, J. & Komura, T. (2016): A deep learning framework for character motion synthesis. In: ACM Transactions on Graphics, 35(4), 138, S. 1–11. DOI: 10.1145/2897824.2925975.
- Jennett, C.; Cox, A.; Cairns, P.; Dhoparee, S.; Epps, A.; Tijs, T. & Walton, A. (2008): Measuring and defining the experience of immersion in games. In: International Journal of Human-Computer Studies, 66(9), S. 641–661. DOI: 10.1016/j.ijhcs.2008.04.004.
- Kiltner, K.; Groten, R. & Slater, M. (2012): The sense of embodiment in virtual reality. In: Presence, 21(4), S. 373–387. DOI: 10.1162/PRES_a_00124.
- Klevjer, R. (2012): *Enter the Avatar: The Phenomenology of Prosthetic Telepresence in Computer Games*. DOI:10.1007/978-94-007-4249-9_3

- Lombard, M. & Ditton, T. (1997): At the heart of it all: The concept of presence. In: Journal of Computer-Mediated Communication, 3(2). DOI: 10.1111/j.1083-6101.1997.tb00072.x.
- Slater, M. (2003): *A Note on Presence Terminology*. Presence, 12(5), S. 1-5.
Online verfügbar unter:
https://www.researchgate.net/publication/242608507_A_Note_on_Presence_Terminology (Zugriff am 17.01.2026).
- Slater, M. (2009): Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. In: Philosophical Transactions of the Royal Society B, 364(1535), S. 3549–3557. DOI: 10.1098/rstb.2009.0138.
- Swink, S. (2009): *Game Feel: A Game Designer's Guide to Virtual Sensation*. San Francisco: Morgan Kaufmann. ISBN: 978-0-12-374328-2.
- Witmer, B. G. & Singer, M. J. (1998): Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. In: Presence, 7(3), S. 225–240. DOI: 10.1162/105474698565686.
- Wolf, M. J. P. (2001): *The Medium of the Video Game*. Austin: University of Texas Press. ISBN 0-292-79150-X.