



**HOCHSCHULE
MITTWEIDA**
University of Applied Sciences

BACHELORARBEIT

Frau
Alina Meißner

**Entwicklung und didaktische
Aufbereitung von Unterrichtseinheiten
für Animation Blending**

Mittweida, Juni 2025



BACHELORARBEIT

Entwicklung und didaktische Aufbereitung von Unterrichtseinheiten für Animation Blending

Autorin:

Alina Meißner

Studiengang:

Medieninformatik & Interaktives Entertainment

Seminargruppe:

MI21w1-B

Erstprüfer:

Prof. Dr.-Ing. Philipp Klimant

Zweitprüfer:

Prof. Dr. Alexander Marbach

Einreichung:

Mittweida, 03.06.2025

Faculty of **Applied Computer Sciences & Biosciences**

BACHELOR THESIS

Development and didactic preparation of teaching units on the subject of animation blending

Author:

Alina Meißner

Course of Study:

Media Informatics & Interactive Entertainment

Seminar Group:

MI21w1-B

First Examiner:

Prof. Dr.-Ing. Philipp Klimant

Second Examiner:

Prof. Dr. Alexander Marbach

Submission:

Mittweida, 03.06.2025

Bibliografische Beschreibung

Meißner, Alina:

Entwicklung und didaktische Aufbereitung von Unterrichtseinheiten für Animation Blending.
– 2025. – 68 S.

Mittweida, Hochschule Mittweida – University of Applied Sciences, Fakultät Angewandte Computer & Biowissenschaften, Bachelorarbeit, 2025.

Referat

Die vorliegende Bachelorarbeit beschäftigt sich mit der Entwicklung und didaktischen Aufbereitung von Unterrichtseinheiten zum Thema Animation Blending in der 3D-Animation. Ziel ist es, Studierenden den Zugang zu dieser komplexen Technik durch verständlich strukturierte und praxisorientierte Lehrkonzepte zu erleichtern. Im Zentrum stehen die Vermittlung theoretischer Grundlagen, die Anwendung in Softwaretools wie Blender und Unity sowie die Integration hochschuldidaktischer Methoden zur nachhaltigen Wissensvermittlung. Basierend auf einer Analyse klassischer und moderner Ansätze des Animation Blendings sowie typischer Fehlerquellen, wird ein vollständiges Unterrichtskonzept inklusive einer 90-minütigen Beispiel-Einheit entwickelt. Die Arbeit liefert damit Erkenntnisse zur Optimierung didaktischer Strategien im Bereich digitaler Animation und bietet eine praxisnahe Anleitung für die Hochschullehre.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Ergänzende Verzeichnisse	III
1 Einführung	1
1.1 Motivation und Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit	1
1.3 Abgrenzung und methodischer Rahmen	1
2 Theoretischer Hintergrund	3
2.1 Begriffserklärungen	3
2.1.1 Definition: Animation Blending	3
2.1.2 Definition: Konzepte in der Hochschuldidaktik	4
2.2 Grundlagen des Animation Blending	4
2.2.1 Keyframe-Animation und Interpolationsverfahren	4
2.2.2 Dynamische Bewegungssteuerung: Bezier-Interpolation	5
2.2.3 Joint Hierarchy Blending: Skelettsysteme und Gewichtungen	6
2.2.4 Inverse Kinematics (IK): Anpassung an die Umgebung	7
2.2.5 Animator Controller, Transition und Looping in Unity	7
2.2.6 Synthese der Techniken	8
2.3 Technologische Basis: Blender, Unity und weitere Tools	8
2.4 Didaktische Grundlagen in der Hochschullehre	10
2.4.1 Lern- und Lehrtheorien	10
2.4.2 Lernzielorientierung	11
2.4.3 Constructive Alignment	14
2.4.4 Didaktische Reduktion	14
2.5 Strukturierung von Lehrveranstaltungen	15
2.5.1 Makroebene: Semesterplanung	15
2.5.2 Mikroebene: Einzelsitzungen	16
2.5.3 Unterrichtsmodelle zur Gestaltung von Lehrveranstaltungen	17
3 Stand der Forschung und aktuelle Ansätze	21
3.1 Moderne Ansätze im Animation Blending	21
3.1.1 Motion Graphs: Datenbankgestützte Bewegungsgenerierungen	21
3.1.2 Echtzeittechniken in Game Engines	21
3.1.3 KI-gestützte und adaptive Verfahren	23
3.1.4 Vernetzung moderner Blending-Ansätze	23
3.2 Vergleich: Klassische Methoden versus moderne Ansätze	24
4 Analyse der Lehrbedarfe und Fehlerquellen	27
4.1 Identifikation typischer Fehlerquellen im Animation Blending	27
4.2 Definition relevanter Animationsrichtlinien und Qualitätskriterien	28
4.3 Anforderungen an die didaktische Aufbereitung	29

5	Konzeption des Unterrichts	33
5.1	Entwicklung eines didaktischen Gesamtkonzepts	33
5.1.1	Rahmenbedingungen und Zielsetzung	33
5.1.2	Didaktisches Grundmodell	33
5.1.3	Semesterphasen	34
5.1.4	Begleitformate	38
5.1.5	Prüfungsform	38
5.2	Planung und Strukturierung der 90-minütigen Unterrichtseinheit	39
6	Evaluation	45
6.1	Durchführung der Evaluation	45
6.1.1	Forschungsfrage und Hypothesen	45
6.1.2	Begründung des Evaluationsdesigns	45
6.1.3	Zielsetzung der Evaluation	46
6.1.4	Methodisches Vorgehen	46
6.1.5	Ablauf der Evaluation	46
6.2	Darstellung der Ergebnisse	48
7	Diskussion	61
7.1	Überprüfung der Hypothesen und Beantwortung der Forschungsfrage	61
7.2	Abweichungen und kritische Reflexion	62
7.3	Limitationen der Studie	63
7.4	Praktische Implikationen	64
7.5	Forschungsperspektiven	65
8	Zusammenfassung und Ausblick	67
	Anhang	69
A	Statistiken	69
	Glossar	71
	Literaturverzeichnis	73
	Eidesstattliche Erklärung	77

Ergänzende Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

2.1 Keyframe-Setzung im Blender-Action-Editor	4
2.2 Vergleich von Interpolationsmethoden	5
2.3 Vertex-Gewichtungen im Weight-Paint-Modus	6
2.4 Blooms Taxonomie	12
2.5 Finks Taxonomie des bedeutungsvollen Lernens	13
2.6 Klassischer Dreischritt	16
3.1 Beispiel eines 1D Blend Trees in Unity	22
3.2 Beispiel eines 2D Blend Trees in Unity	22
5.1 PowerPoint Folie 2: Videovergleich	40
5.2 PowerPoint Folie 3: Visualisierung Blend Trees	40
5.3 PowerPoint Folie 8: 1. Aufgabenstellung	42
5.4 PowerPoint Folie 11: Visualisierung eines 2D Blend Trees	43
5.5 PowerPoint Folie 15: Zusammenfassung der Unterrichtseinheit	44
6.1 Diagramm Skala-Auswertung: Frage 1	49
6.2 Diagramm Skala-Auswertung: Frage 2	50
6.3 Diagramm Skala-Auswertung: Frage 3	51
6.4 Diagramm Skala-Auswertung: Frage 4	52
6.5 Diagramm Skala-Auswertung: Frage 5	53
6.6 Diagramm Skala-Auswertung: Frage 6	54
6.7 Diagramm Skala-Auswertung: Frage 7	55
A.1 Statistik: Verwendung von 3D-Modelling- und Animationstools in der Spieleentwicklung im Jahr 2025	69
A.2 Statistik: Aktueller Einsatz von Game-Engines in der Spieleentwicklung 2025	70
A.3 Statistik: Wofür nutzen Entwickler KI?	70

Tabellenverzeichnis

2.1 Unterrichtsmodelle - Stärken und Grenzen für Animation Blending	19
2.2 Zentrale didaktische Konzepte im Überblick (eigene Darstellung)	20
3.1 Eigenschaften klassischer und moderner Animationsmethoden im Vergleich	24
5.1 Semesterphasen	34

1 Einführung

1.1 Motivation und Problemstellung

Animation Blending ist eine zentrale Technik der 3D-Animation, die für flüssige Übergänge zwischen verschiedenen Bewegungszuständen sorgt und vor allem in Echtzeitanwendungen wie Videospielen und interaktiven Simulationen eingesetzt wird [WB04]. Trotz ihrer Relevanz stellt die Vermittlung dieser Methode in der Hochschullehre eine Herausforderung dar. Studierende der Medieninformatik und verwandter Studiengänge kämpfen häufig mit dem technischen Komplexitätsgrad, der unzureichenden Verknüpfung von Theorie und Praxis sowie typischen Fehlerquellen wie abrupten Zustandswechseln oder unnatürlichen Bewegungsmustern [WB04; KG03; Col08]. Untersuchungen zeigen, dass klassische Lehrformate oft zu wenig Raum für anwendungsorientiertes Lernen und reflexive Fehleranalysen bieten, was den Kompetenzerwerb behindert [BT11, S. 82]. Vor diesem Hintergrund fehlen bislang didaktisch strukturierte Unterrichtskonzepte, die sowohl softwaretechnische Grundlagen als auch gestalterische Qualitätskriterien integrieren. Diese Lücke zu schließen, ist dringend notwendig, um Studierende auf die Anforderungen moderner Animationsprojekte in der späteren Arbeitswelt vorzubereiten.

1.2 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines didaktisch fundierten Unterrichtskonzepts für das Thema Animation Blending. Dieses soll nicht nur technische Grundlagen und deren Umsetzung in den Programmen Blender und Unity adressieren, sondern gleichzeitig auch praxisnahe Übungen, typische Fehlerquellen und gestalterische Qualitätskriterien berücksichtigen. Ausgangspunkt ist dabei die folgende Forschungsfrage:

Wie kann ein Unterrichtskonzept zum Thema Animation Blending mit Blender und Unity didaktisch gestaltet werden, um von Expert:innen als logisch strukturiert, praxisrelevant und fehlerpräventiv bewertet zu werden?

Zur Beantwortung dieser Frage wird die Arbeit wie folgt gegliedert: Kapitel 2 erörtert die theoretischen Grundlagen von Animation Blending und relevante didaktische Modelle. Kapitel 3 analysiert den Stand der Forschung zu modernen Blending-Techniken. Kapitel 4 identifiziert typische Lernprobleme und didaktische Anforderungen. Kapitel 5 widmet sich der Erstellung eines Unterrichtskonzepts inklusive einer 90-minütigen Beispiel-Einheit. Kapitel 6 evaluiert das Konzept durch qualitative Interviews mit Expert:innen, bevor Kapitel 7 die Ergebnisse diskutiert. Kapitel 8 schließt mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick.

1.3 Abgrenzung und methodischer Rahmen

Die Arbeit konzentriert sich auf die Softwaretools Blender und Unity, da diese aufgrund ihrer Kostenfreiheit, Branchenrelevanz und didaktischen Eignung priorisiert wurden [Kon25a; Kon25b]. Andere Tools wie Maya oder Unreal Engine werden nicht vertieft, um den Rahmen

nicht zu sprengen. Ebenso werden grundlegende Funktionen von Unity und Blender, etwa die Benutzeroberfläche, das Erstellen einfacher Animationen oder der Asset-Import, nicht behandelt. Es wird vorausgesetzt, dass diese Kenntnisse bereits vorhanden sind. Zur Vertiefung wird auf weiterführende Quellen verwiesen, darunter eine von Peter Bühler zur Modellierung in Blender [Büh21] sowie die offizielle Unity-Dokumentation [Tec25]. Methodisch stützt sich die Konzeption auf das Constructive Alignment [BT11], die Kognitive Meisterlehre [CBN89] und das 4C/ID-Modell [MK17], die durch Flipped Classroom [BS12] und Projektbasiertes Lernen [BT80] ergänzt werden. Diese Kombination ermöglicht einen schrittweisen Kompetenzaufbau von Grundlagen bis zur komplexen Anwendung und fördert zugleich kritische Bewertungskompetenz durch gezielte Fehleranalysen [Fin03, S. 30-33]. Die Arbeit konzentriert sich bewusst auf die Hochschullehre. Berufliche Weiterbildungs- oder Schulungsformate bleiben außerhalb des Untersuchungsrahmens.

2 Theoretischer Hintergrund

Für ein fundiertes didaktisches Konzept im Bereich Animation Blending ist eine theoretische Auseinandersetzung mit den zugrunde liegenden Begriffen, fachlichen Prinzipien sowie didaktischen Grundlagen unerlässlich. Dieses Kapitel schafft die inhaltliche Basis, auf der die Analyse typischer Lernfehler (Kapitel 4) sowie die spätere Konzeption der Unterrichtseinheit (Kapitel 5) aufbaut.

Zunächst werden zentrale Begriffe definiert, die sowohl das technische als auch das didaktische Fundament dieser Arbeit bilden (Kapitel 2.1). Im Anschluss erfolgt eine vertiefte Darstellung der fachlichen Grundlagen digitaler Bewegungsübergänge, insbesondere von Keyframe-Techniken und Interpolationsverfahren. (Kapitel 2.2).

Darauf aufbauend werden in Abschnitt 2.3 zentrale Softwareumgebungen vorgestellt, wobei der Fokus auf Blender und Unity liegt. Diese stellen die technologische Grundlage für die praktische Umsetzung dar. Anschließend folgt in Abschnitt 2.4 ein Überblick über relevante hochschuldidaktische Theorien und Konzepte. Neben Lerntheorien und der Lernzielorientierung werden dabei auch konstruktive Abstimmung (Constructive Alignment) und didaktische Reduktion als zentrale Planungsinstrumente betrachtet.

Den Abschluss bildet Kapitel 2.5 mit der didaktischen Strukturierung von Lehrveranstaltungen. Hier wird sowohl auf die Makro-Ebene der Semesterplanung als auch auf die Mikro-Ebene mit der Gestaltung einzelner Sitzungen eingegangen, um eine ganzheitliche Perspektive auf die didaktische Umsetzung zu ermöglichen.

2.1 Begriffserklärungen

Um die theoretischen und didaktischen Grundlagen dieser Arbeit klar einordnen zu können, ist es zunächst erforderlich, zentrale Begriffe zu definieren. Im Folgenden werden sowohl der Begriff *Animation Blending* als auch *didaktische Konzepte der Hochschuldidaktik* erläutert.

2.1.1 Definition: Animation Blending

Animation Blending beschreibt den Vorgang, bei dem verschiedene Animationssequenzen miteinander kombiniert werden, um fließende Übergänge zwischen unterschiedlichen Bewegungszuständen zu erzeugen. Ziel ist es, abrupte Übergänge zu vermeiden und somit realistischere Animationen zu erreichen. Dabei kommen verschiedene Techniken zum Einsatz, die in Animationssoftware und Echtzeit-Engines verwendet werden. [Col08] Diese Definition bildet die Grundlage für die folgenden Kapitel, in denen zunächst die technischen Prinzipien des Animation Blendings (Kapitel 2.2 [Grundlagen des Animation Blending](#)) erläutert und anschließend moderne Ansätze und Anwendungen (Kapitel 3.1 [Moderne Ansätze im Animation Blending](#)) vertiefend betrachtet werden.

2.1.2 Definition: Konzepte in der Hochschuldidaktik

Didaktische Konzepte in der Hochschullehre umfassen systematische Ansätze zur Planung, Gestaltung und Reflexion von Lehr-Lern-Prozessen. Ziel ist es, komplexe Inhalte strukturiert, lernendenzentriert und kompetenzorientiert zu vermitteln. Im Kontext technisch-kreativer Fächer wie der 3D-Animation spielen dabei Methoden, die Theorie und Praxis verbinden sowie kognitive Überlastung vermeiden, eine zentrale Rolle. [BT11, S. 46-133] Diese Definition bildet die Basis für die vertiefende Diskussion didaktischer Modelle in Kapitel 2.4 [Didaktische Grundlagen in der Hochschullehre](#), wo konkrete Methoden hinsichtlich ihrer Eignung für das Thema Animation Blending hin analysiert werden.

Zusammenfassung:

- **Animation Blending:** Technik zum Erzeugen fließender Bewegungsübergänge durch Kombination mehrerer Animationen.
- **Didaktische Konzepte:** Systematische Planung von Lehrprozessen, besonders wichtig für technisch-kreative Fächer.

2.2 Grundlagen des Animation Blending

Animation Blending bezeichnet den Prozess, mehrere Animationssequenzen so zu kombinieren, dass natürliche, fließende Bewegungen entstehen. Diese Technik ist besonders für Echtzeitanwendungen wie Videospiele oder virtuelle Simulationen relevant, da sie harte Übergänge zwischen Einzelanimationen, etwa zwischen Laufen und Springen, vermeidet. [Col08] Die folgenden Abschnitte erläutern die technischen Grundlagen moderner Blending-Verfahren.

2.2.1 Keyframe-Animation und Interpolationsverfahren

Die Basis des Animation Blendings bildet die Keyframe-Animation, bei der Schlüsselpositionen (Keyframes) definiert werden, zwischen denen Bewegungen automatisch interpoliert werden [Büh21]. Als einfachste Methode dient die lineare Interpolation (LERP), die Zwischenwerte als gewichtete Mittelwerte zwischen Start- und Endpunkten berechnet. Kochanek und Bartels (1984) beschreiben, dass lineare Interpolation einen mechanischen Look erzeugt, oft als *“computer signature”* bezeichnet [KB84, S. 33]. Dies zeigt sich beispielsweise bei der Bewegung eines Arms von einer ausgestreckten in eine angewinkelte Position. LERP generiert zwar gleichmäßige Zwischenschritte, doch die fehlenden Beschleunigungs- oder Verzögerungseffekte führen zu unnatürlichen Bewegungen.

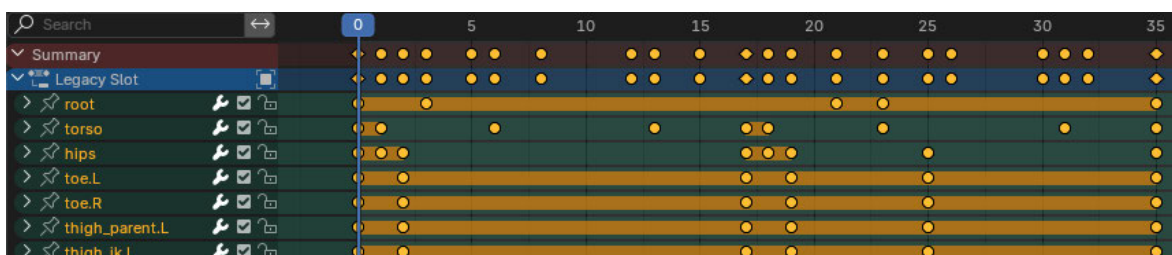


Abbildung 2.1: Keyframe-Animation im Blender-Action-Editor

Für anspruchsvollere Animationen kommt häufig die Spherical Linear Interpolation (SLERP) zum Einsatz, die Rotationen mittels Quaternionen berechnet. Quaternionen stellen Rotationen im 3D-Raum effizienter dar als herkömmliche Euler-Winkel [WH97, S. 41] und vermeiden dabei das Phänomen des Gimbal Lock. Letzteres tritt auf, wenn zwei Rotationsachsen in einem Euler-Winkel-System aufeinanderfallen, wodurch eine Achse verloren geht und bestimmte Drehbewegungen nicht mehr möglich sind. [Sho85, S. 247]

In Unity wird SLERP genutzt, um sanfte, gleichmäßige Rotationen zwischen Quaternionen zu erzeugen. Wie die offizielle Unity-Dokumentation erläutert, sorgt diese Methode dafür, dass sich das Objekt mit konstanter Geschwindigkeit dreht und plötzliche Richtungsänderungen oder ungewollte Verdrehungen vermieden werden [Tec25].

2.2.2 Dynamische Bewegungssteuerung: Bezier-Interpolation

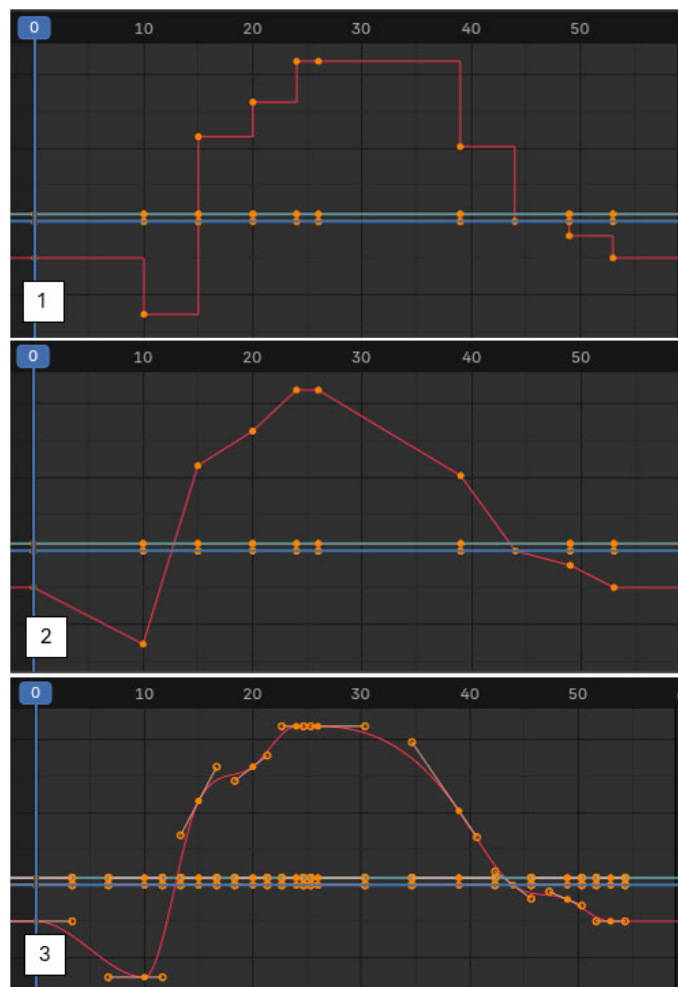


Abbildung 2.2: Interpolationstypen im Blender-Graph-Editor: (1) Konstant (stufenweise Sprünge), (2) Linear (gleichmäßige Geschwindigkeit), (3) Bézier (natürliche Beschleunigung via Tangentensteuerung). Die Bézier-Kurve (3) zeigt typisches Ease-In/Out für physikalisch plausible Bewegungen (Eigene Darstellung).

Bézier-Kurven eignen sich gut, um Bewegungen in der Computeranimation genau zu steuern. Sie werden durch Kontrollpunkte bestimmt und erlauben es, den Verlauf der Bewegung, einschließlich Beschleunigung und Verzögerung, durch die Position und den Einfluss dieser Punkte zu kontrollieren.

Ein anschauliches Beispiel ist ein Ball, der zunächst langsam rollt (Ease-in), dann beschleunigt, seine maximale Geschwindigkeit beibehält und schließlich abbremst (Ease-out). Diese Bewegung lässt sich durch Bézier-Interpolation mit entsprechenden Tangenten (Abb. 2.2(3)) realistisch animieren. Wie der Vergleich zeigt, erzeugen konstante (1) und lineare (2) Interpolation hingegen unnatürlichere Bewegungsmuster. [Grü24]

Gängige Animationssysteme wie Blender implementieren diese Prinzipien im Graph-Editor (Abb. 2.2), wo Bézier-Kurven durch Manipulation von Kontrollpunkten und Tangenten feinjustiert werden können [Fou25].

2.2.3 Joint Hierarchy Blending: Skelettsysteme und Gewichtungen

Beim Joint Hierarchy Blending kommt ein Skelettsystem aus Gelenken (Joints) und Knochen (Bones) zum Einsatz, wobei jedes Gelenk über Gewichtungen verfügt, die seinen Einfluss auf die finale Animation bestimmen. So kann ein Charakter gleichzeitig laufen und werfen, wobei die Beinbewegungen stärker gewichtet werden, während die Armbewegungen schwächer gewichtet bleiben, wodurch der Oberkörper stabil wirkt. [Col08]

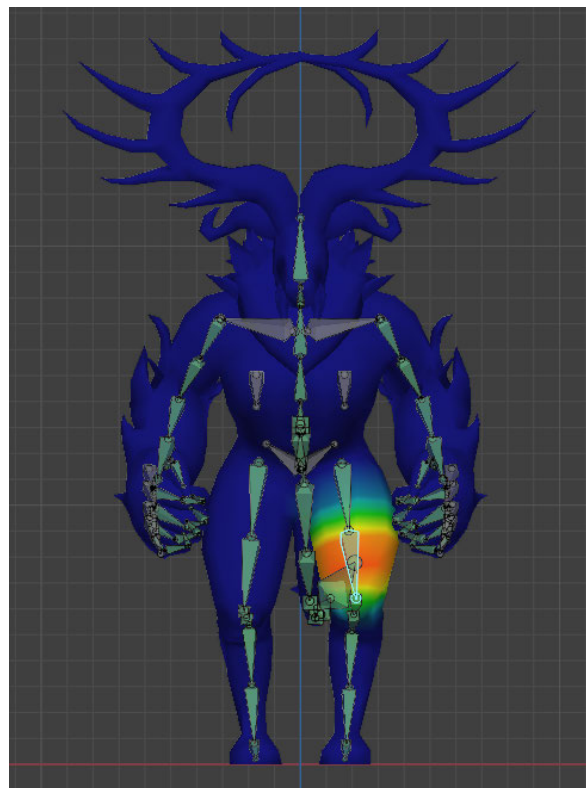


Abbildung 2.3: Visualisierung der Bone-Einflussbereiche via Vertex-Gewichtungen (Weight Paint) in Blender **Farbcodierung:** Rot = Volle Einflussstärke (1.0), Blau = Kein Einfluss (0.0). Übergangszonen (0.2-0.8) sind in Grün/Gelb dargestellt.

2.2.4 Inverse Kinematics (IK): Anpassung an die Umgebung

Inverse Kinematics (IK) spielt eine zentrale Rolle in der Animation, da sie es ermöglicht, dass einzelne Glieder eines Skeletts automatisch die nötigen Winkel einnehmen, um ein Endglied wie etwa einen Fuß oder eine Hand an eine vorgegebene Zielposition zu bewegen. Laut dem Artikel „Animation Blending: Achieving Inverse Kinematics and More“ [Eds03] hilft IK beim Animation Blending, indem es nicht nur Übergänge zwischen Animationssequenzen verbessert, sondern auch Anpassungen basierend auf der Umgebung ermöglicht. So kann ein Charakter seine Bewegungen dynamisch an seine Umgebung anpassen, indem beispielsweise die Position der Füße automatisch korrigiert wird, wenn er auf unebenem Terrain läuft, oder indem seine Handhaltung beim Greifen eines Objekts optimiert wird, selbst wenn sich die Position des Ziels während der Animation ändert. Der Einsatz von IK trägt damit wesentlich dazu bei, dass Animationen natürlicher wirken, da sie typische Probleme wie das Abrutschen von Füßen oder unnatürliche Gelenkrotationen reduziert. Diese Technik stellt somit eine wichtige Erweiterung zu traditionellen Keyframe-Animationen dar und ist besonders in Echtzeitanwendungen, wie Videospielen, unverzichtbar.

2.2.5 Animator Controller, Transition und Looping in Unity

Moderne Game Engines wie Unity bieten mit dem *Animator Controller* ein zentrales Werkzeug zur Steuerung komplexer Animationssysteme. In diesem Zustandsautomaten werden Animationsclips als States organisiert und über definierte Übergänge miteinander verknüpft. Damit lassen sich Bewegungsabfolgen wie der Wechsel von „Idle“ zu „Laufen“ oder „Springen“ dynamisch und visuell nachvollziehbar modellieren.

Eine zentrale Rolle spielt dabei die **Transition**, also der gesteuerte Wechsel zwischen zwei Animationszuständen. Transitions definieren, wann und wie eine Bewegung in die nächste übergeht. Sie können etwa an bestimmte Eingabebedingungen oder Parameterwerte gekoppelt sein, was insbesondere bei interaktiven Anwendungen wie Spielen entscheidend ist.

Im Rahmen solcher Zustandswechsel ist der **Exit-Time**-Parameter von Bedeutung: Er legt fest, ob eine Animation vollständig abgespielt werden muss, bevor ein Übergang erfolgt (*Exit Time* = 1), oder ob ein früherer Wechsel möglich ist (*Exit Time* < 1). Diese Einstellung beeinflusst maßgeblich die Reaktivität und das Timing innerhalb eines Animationssystems. [Tec25]

Zusätzlich ist bei zyklischen Bewegungsabläufen wie Gehen, Rennen oder Idle das sogenannte **Looping** entscheidend. Dabei wird eine Animation in einer Endlosschleife abgespielt. Für glaubwürdige Darstellungen müssen Start- und Endpose exakt aufeinander abgestimmt sein, um visuelle Sprünge zu vermeiden. Eine saubere Schleifenbildung unterstützt die Immersion und reduziert den Bedarf an zusätzlichen Assets. [Fou25]

Didaktische Relevanz: Diese Konzepte sind essenziell für das Verständnis von Animation Blending in Unity. Sie ermöglichen Lernenden, Zustandsübergänge logisch zu strukturieren und häufige Fehler wie abgehackte Transitions (Exit Time) oder sichtbare Loop-Sprünge aktiv zu vermeiden.

2.2.6 Synthese der Techniken

Das technische Fundament des Animation Blendings bildet die Kombination aus Interpolation, Joint Hierarchy Blending und Inverse Kinematics. Während die Interpolation zeitliche Abläufe steuert, transformiert Joint Hierarchy Blending Meshes durch Bone-Gewichtungen, und IK passt Posen dynamisch an Umgebungsbedingungen an. Diese Grundlagen bilden die Basis für moderne Ansätze wie KI-gestütztes Blending oder Motion Capture, die in Kapitel 3.1 [Moderne Ansätze im Animation Blending](#) ausführlicher behandelt werden.

Wichtigste Erkenntnisse:

- **LERP (Linear Interpolation):** Einfaches Verfahren, aber oft unnatürlich, da keine Beschleunigung/Verzögerung berücksichtigt wird.
- **SLERP (Spherical Linear Interpolation):** Nutzt Quaternionen zur flüssigen Rotation im 3D-Raum, vermeidet Gimbal Lock und sorgt für gleichmäßige Drehbewegungen.
- **Beziér-Interpolation:** Ermöglicht realistische Bewegungen mit Beschleunigungsphasen (Ease-In/Out) durch Tangentensteuerung.
- **Joint Hierarchy:** Skelettanimation mit Gewichtungen für gleichzeitige Bewegungen.
- **Inverse Kinematics (IK):** Dynamische Anpassung an Umgebungen (z. B. Fußplatzierung).

Kernprinzip: Kombination dieser Techniken ermöglicht realistische Animationen.

2.3 Technologische Basis: Blender, Unity und weitere Tools

Animation Blending erfordert spezialisierte Software, die sowohl kreative Gestaltung als auch technische Umsetzung ermöglicht. Dieses Kapitel stellt die wichtigsten Werkzeuge vor, wobei der Fokus auf Blender und Unity liegt.

Blender ist eine kostenlose, Open-Source-3D-Grafiksoftware, die sämtliche Produktionsschritte von der Modellierung über Animation bis zum Rendering abdeckt. Als umfassendes Content-Creation-Tool ermöglicht es die Erstellung hochwertiger 3D-Assets und Animationen ohne Lizenzkosten. [Büh21, S. V] Während Blender vor allem für die kreative und technische Gestaltung von Animationsinhalten eingesetzt wird, übernimmt Unity den nächsten Schritt: die Integration dieser Inhalte in interaktive, echtzeitfähige Anwendungen. Unity ist eine plattformübergreifende Game Engine, die besonders für interaktive Echtzeitanwendungen wie Spiele oder VR-Erfahrungen genutzt wird. Sie bietet ein leistungsfähiges Animationssystem, das dynamische Bewegungsübergänge und Interaktivität ermöglicht. [JWL23, S. 1]

Die Entscheidung für diese beiden Tools basiert auf drei wesentlichen Faktoren:

1. **Kostenfreiheit und Zugänglichkeit:**

Blender ist als Open-Source-Projekt für alle Nutzer frei verfügbar [Büh21, S.V], während Unity eine kostenlose Personal Edition für Bildungszwecke anbietet [JWL23, S. 11]. Diese wirtschaftlichen Vorteile sind entscheidend für den Einsatz in der Lehre, wo Budgetbeschränkungen häufig eine Rolle spielen.

2. Didaktische Eignung:

Beide Programme verfügen über umfangreiche Lernressourcen. Blender bietet eine umfangreiche Sammlung offizieller Tutorials [Ble25], während Unitys Learn Plattform speziell auf Anfänger zugeschnittene Kurse bereitstellt [Uni25]. Die große Nutzercommunity beider Tools erleichtert zusätzlich die Problemlösung.

3. Branchenrelevanz:

Aktuelle Daten belegen die hohe Relevanz der Tools: Blender wird laut einer Studie von 2025 von 50% der befragten Entwickler*innen genutzt [Kon25a][A.1], während Unity mit einem Anteil von 34% die meistgenutzte Game Engine ist [Kon25b][A.2]. Diese weite Verbreitung garantiert den Praxisbezug der vermittelten Fähigkeiten.

Blender: Animationserstellung und Vorproduktion

Blender bietet umfangreiche Funktionen für die Animationserstellung. Der Graph-Editor ermöglicht die präzise Steuerung von Bewegungsabläufen durch Bézier-Kurven. Animierende können so natürliche Beschleunigungs- und Verzögerungsphasen (Ease In/Out) erstellen. [Fou25] Das Rigging-System mit Inverse Kinematics (IK) stellt anatomisch korrekte Bewegungen sicher. [Eds03]. Allerdings zeigt Blender auch Limitationen: Als reines Vorproduktionsstool fehlt ihm die Fähigkeit zur Echtzeitanimation, was den Export in Engines wie Unity notwendig macht.

Unity: Echtzeitanimation und Implementierung

Unity ergänzt Blender als leistungsfähige Laufzeitumgebung. Der Animator Controller verwaltet komplexe Zustandsübergänge zwischen verschiedenen Animationen. So kann ein Charakter nahtlos vom Gehen ins Laufen und Springen wechseln. Blend Trees ermöglichen das dynamische Mischen von Animationen. [JWL23, S. 4-5] Animation Masks ermöglichen die Isolation einzelner Körperbereiche, um verschiedene Animationen zu kombinieren [Tec25]. Unitys größter Vorteil liegt in der integrierten Physik-Engine, die animierte Bewegungen mit der Spielwelt verknüpft. Durch Root Motion übertragene Animationen reagieren physikalisch korrekt auf Umwelteinflüsse [Zac22, S. 89].

Alternativen

Neben Blender und Unity existieren weitere professionelle Tools für Animation Blending, die jedoch unterschiedliche Voraussetzungen mit sich bringen. Als Alternative zu Blender bietet sich Autodesk Maya an, das insbesondere in der Film- und Medienbranche als Industriestandard gilt. Allerdings ist Maya - abgesehen von der Studentenversion - mit erheblichen Lizenzkosten verbunden. [Aut25] Im Game-Engine-Bereich stellt die Unreal Engine eine leistungsstarke Alternative zu Unity dar [Epi25].

Die Kombination aus Blender und Unity stellt eine ideale Lösung für die Vermittlung von Animation Blending dar. Blender überzeugt als kostenloses und leistungsfähiges Tool für die Animationserstellung, während Unity die notwendige Echtzeitfähigkeit für interaktive Anwendungen bietet. Besonders hervorzuheben ist die didaktische Eignung beider Programme, die durch umfangreiche Lernmaterialien und aktive Communities unterstützt wird. Die

branchenweite Verbreitung dieser Tools sichert zudem den Praxisbezug der vermittelten Inhalte. Für Bildungseinrichtungen ergibt sich dadurch eine kostengünstige Möglichkeit, Studierenden umfassende Fähigkeiten in der 3D-Animation zu vermitteln, die direkt auf reale Produktionsanforderungen übertragbar sind.

Praktische Relevanz:

- **Blender:** Kostenloses Tool für Vorproduktion (Modellierung/Rigging)
- **Unity:** Echtzeit-Engine für interaktives Blending (Blend Trees, IK)

Didaktischer Vorteil: Branchenrelevante, kostenfreie Tools mit guter Dokumentation

2.4 Didaktische Grundlagen in der Hochschullehre

Für die didaktisch fundierte Gestaltung von Lehrveranstaltungen im Bereich Animation Blending ist ein Verständnis zentraler hochschuldidaktischer Konzepte unerlässlich. Dieser Abschnitt widmet sich theoretischen Grundlagen der Hochschullehre, die den Rahmen für die spätere Unterrichtsplanung bilden. Dazu zählen verschiedene Lerntheorien, Prinzipien der Lernzielorientierung sowie das Konzept des Constructive Alignment. Ergänzt werden diese um Überlegungen zur didaktischen Reduktion, die insbesondere im Umgang mit komplexen Inhalten eine zentrale Rolle spielt.

2.4.1 Lern- und Lehrtheorien

In der Hochschuldidaktik lassen sich drei zentrale Lerntheorien unterscheiden, die unterschiedliche Perspektiven auf den Lernprozess einnehmen: der Behaviorismus, der Kognitivismus und der Konstruktivismus. Jede dieser Theorien bietet spezifische didaktische Orientierungspunkte für die Gestaltung von Lehrveranstaltungen. Während der Behaviorismus auf beobachtbares Verhalten fokussiert, rücken Kognitivismus und Konstruktivismus innere Denkprozesse und die Eigenaktivität der Lernenden in den Mittelpunkt.

Behaviorismus

Der Behaviorismus beschreibt Lernen als eine Reaktion auf äußere Reize. Bekannte Vertreter wie Pavlov oder Skinner entwickelten Modelle, in denen Verhalten durch Konditionierung, etwa durch Belohnung oder Bestrafung, formbar ist. Lernen wird dabei als beobachtbare Verhaltensänderung verstanden, nicht als innerer Erkenntnisprozess. In der heutigen Hochschullehre spielt der Behaviorismus eine untergeordnete Rolle, findet jedoch punktuell Anwendung, beispielsweise beim automatisierten Einüben standardisierter Abläufe oder in gamifizierten Lernumgebungen, in denen Belohnungssysteme Motivation und Fortschritt sichtbar machen können. [Rei15, S.136f.]

Kognitivismus

Der Kognitivismus beschreibt Lernen als einen aktiven Prozess der Informationsverarbeitung, bei dem neue Inhalte auf der Grundlage bereits vorhandener mentaler Strukturen, den sogenannten Schemata, aufgenommen [Für16, S.65], organisiert und gespeichert werden. Wissen wird nicht einfach „abgespeichert“, sondern in sinnvolle Zusammenhänge eingebettet. Dabei spielen Verstehen, Einordnen und Verknüpfen eine zentrale Rolle. [Für16, S.3]

Für die Hochschullehre bedeutet dies, dass Inhalte klar gegliedert, didaktisch aufgebaut und in Bezug auf das Vorwissen der Studierenden vermittelt werden sollten. Dies ist besonders bei komplexen Softwareprozessen oder abstrakten technischen Konzepten von Bedeutung, die schrittweise erklärt und in bereits vorhandene Wissensstrukturen integriert werden müssen.

Ein weiterer zentraler Aspekt im kognitivistischen Lernverständnis ist die Metakognition, also das Nachdenken über das eigene Lernen. Lernende sollen befähigt werden, ihren Lernprozess selbst zu planen, zu überwachen und zu reflektieren. Dies kann durch Methoden wie Selbsttests, das Führen eines Lernjournals oder strukturierte Feedbackphasen durch die Lehrperson unterstützt werden. [Has92]

Konstruktivismus

Der Konstruktivismus versteht Lernen als aktiven, selbstgesteuerten Prozess, bei dem Lernende neues Wissen auf Basis ihrer individuellen Erfahrungen und ihres Vorwissens konstruieren. Im hochschuldidaktischen Kontext bedeutet dies, dass Studierende aktiv eingebunden werden müssen, anstatt lediglich Inhalte passiv zu rezipieren. [Hum20, S. 150]

In der Hochschullehre äußert sich dies zum Beispiel in problemorientierten Lernformaten, projektbasierten Aufgaben oder reflexiven Praxisphasen, in denen die Lernenden eigene Lösungswege entwickeln und sich mit realitätsnahen Herausforderungen auseinandersetzen. Besonders bei technisch-praktischen Inhalten kann diese Lernform dazu beitragen, Kompetenzen nicht nur theoretisch zu verstehen, sondern aktiv zu erproben und weiterzuentwickeln.

Gleichzeitig ist Kritik am Konstruktivismus nicht unberechtigt: Nicht alle Studierenden bringen die nötige Selbstorganisation oder das erforderliche Vorwissen mit, um komplexe Inhalte ohne strukturelle Anleitung zu erschließen. [Rei15, S.141]

2.4.2 Lernzielorientierung

In der kompetenzorientierten Hochschullehre bildet die präzise Formulierung von Lernzielen eine zentrale Grundlage für die Planung und Durchführung von Lehrveranstaltungen. Lernziele beschreiben, was Lernende am Ende einer Lerneinheit wissen, können oder beurteilen sollen. Sie dienen somit als verbindendes Element zwischen Inhalt, Methode und Prüfungsform.

Blooms kognitive Taxonomie

Das einflussreiche Modell von Benjamin S. Bloom wurde ursprünglich als dreiteiliges Rahmenwerk (kognitiv, affektiv, psychomotorisch) konzipiert, jedoch lag der Fokus der ersten Publikation *Taxonomy of Educational Objectives: Handbook I* ausschließlich auf der **kognitiven Dimension** [Blo+56, S. 7-8]. Diese strukturiert Denkprozesse in sechs hierarchischen Stufen:

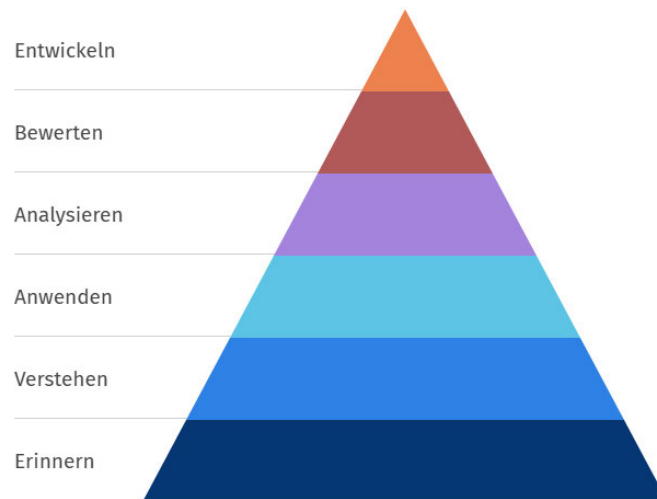


Abbildung 2.4: Blooms Taxonomie

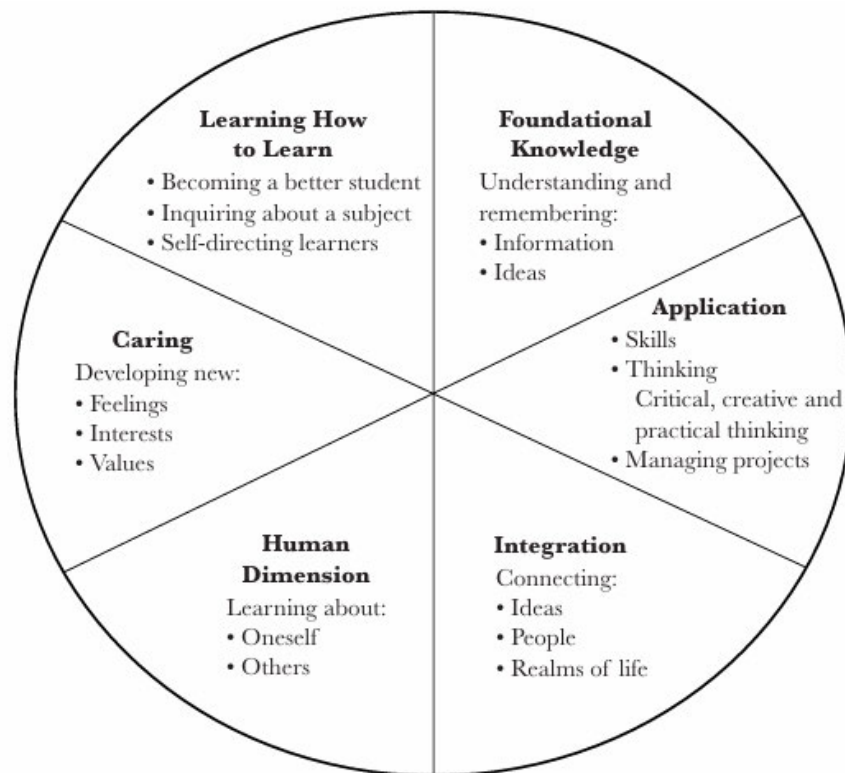
- **Erinnern/Wissen:** Fakten reproduzieren (z. B. „Prinzipien der Interpolation nennen“)
- **Verstehen:** Konzepte erklären (z. B. „Blend Trees beschreiben“)
- **Anwenden:** Wissen transferieren (z. B. „Keyframes in Blender setzen“)
- **Analysieren:** Inhalte systematisch zerlegen (z. B. „Fehler in Animationsübergängen diagnostizieren“)
- **Bewerten/Evaluieren:** Kritisch beurteilen (z. B. „Bewegungsqualität bewerten“)
- **Erschaffen:** Neue Lösungen entwickeln (z. B. „Optimierten Blend Tree erstellen“)

Bloom verweist zwar auf affektive (Einstellungen/Werte) und psychomotorische Ziele (Fertigkeiten), aber zum Zeitpunkt der Veröffentlichung war die Arbeit an der affektiven Domäne unvollständig, und die Entwicklung der psychomotorischen Domäne wurde zu diesem Zeitpunkt als weniger nützlich angesehen. Die affektive Taxonomie wurde erst 8 Jahre später von Bloom mit Krathwohl und Masia publiziert [KBM64].

Erweiterung durch Finks Taxonomie

Der amerikanische Bildungsforscher L. Dee Fink kritisiert, dass traditionelle Taxonomien (wie Bloom [Blo+56]) zu stark auf kognitive Lernziele fokussiert sind. Sein Modell *Taxonomy of Significant Learning* ergänzt diese um praxis- und wertbezogene Dimensionen, um ganzheitliches Lernen zu fördern. [Fin03, S. 30-32] Die sechs Dimensionen im Überblick:

- **Foundational Knowledge:** Grundlagenwissen verstehen
- **Application:** Wissen in Praxis umsetzen
- **Integration:** Zusammenhänge zwischen Themen herstellen

FIGURE 2.1. TAXONOMY OF SIGNIFICANT LEARNING.**Abbildung 2.5:** Finks Taxonomie des bedeutungsvollen Lernens [Fin03, S. 30]

- **Human Dimension:** Selbstreflexion & soziales Lernen
- **Caring:** Entwicklung von Interessen und Werten
- **Learning How to Learn:** Metakognitives Lernen

Das Modell ist besonders für projektorientierte Lehrformate geeignet, da es Fachwissen mit überfachlichen Kompetenzen wie Teamarbeit und kritischer Reflexion verbindet.

SMART-Formulierung von Lernzielen

Um Lernziele präzise und überprüfbar zu gestalten, hat sich das *SMART-Prinzip* bewährt. Ursprünglich aus dem Projektmanagement stammend [Dor81], wird es heute auch in der Didaktik genutzt, um unscharfe Formulierungen zu vermeiden. SMART steht für:

- **Spezifisch:** Klar und eindeutig formuliert – kein Raum für Interpretation.
- **Messbar:** Der Lernerfolg muss überprüfbar sein (z. B. durch Tests, Dokumentation).
- **Attraktiv:** Die Ziele sollten für Studierende relevant und motivierend sein.
- **Realistisch:** Die Ziele müssen innerhalb des Zeit- und Ressourcenrahmens erreichbar sein.
- **Terminiert:** Eine klare zeitliche Frist gibt Struktur.

SMART-Ziele schaffen eine klare Struktur für den Unterricht und ermöglichen transparente Bewertungskriterien, die sowohl Lehrenden als auch Studierenden als Orientierung dienen.

2.4.3 Constructive Alignment

Ein zentrales Prinzip der kompetenzorientierten Hochschullehre ist das von John Biggs und Catherine Tang [BT11] entwickelte Konzept des Constructive Alignment. Es beschreibt einen didaktischen Planungsansatz, bei dem Lernziele, Lehr-/Lernmethoden und Prüfungsformate inhaltlich und strukturell aufeinander abgestimmt werden. Ziel ist es, Lernumgebungen so zu gestalten, dass Studierende genau jene Kompetenzen erwerben, die in den Lernzielen definiert wurden und diese durch passende Prüfungen auch nachweisen können.

Der Begriff setzt sich aus zwei Komponenten zusammen: Constructive bezieht sich auf die konstruktivistische Auffassung von Lernen, also auf die Annahme, dass Wissen nicht passiv aufgenommen, sondern aktiv aufgebaut wird. Alignment steht für die konsequente Abstimmung aller didaktischen Elemente entlang der Lernziele [BT11, S.97]. Die Lehrperson gestaltet Lernaktivitäten so, dass sie gezielt jene Kompetenzen fördern, die später auch Gegenstand der Prüfung sind. Damit wird die Lehrveranstaltung von Anfang an „rückwärts“ geplant, ausgehend vom gewünschten Ergebnis.

Ein klassischer Anwendungsfall ist die Planung projektorientierter Lehrveranstaltungen: Wenn ein Lernziel lautet, dass Studierende komplexe Softwareprozesse reflektiert umsetzen können, dann sollte die Lehraktivität z. B. in Form praktischer Übungsaufgaben oder kooperativer Projektarbeit erfolgen. Die Prüfungsform könnte eine dokumentierte Projektarbeit oder ein Reflexionsbericht sein. Eine theoretische Klausur wäre in diesem Fall wenig zielführend, da sie nicht das tatsächliche Lernziel abbildet.

Der didaktische Mehrwert von Constructive Alignment liegt darin, dass Ziele, Methoden und Prüfungen sinnvoll aufeinander abgestimmt sind: Lernziele sind transparent, die Methoden nachvollziehbar und die Bewertung fair. Lehrende und Lernende haben gleichermaßen Klarheit darüber, was erwartet wird und warum. In der hochschuldidaktischen Literatur gilt das Modell heute als zentrales Instrument zur Umsetzung des Bologna-Prinzips, das auf die europaweite Vergleichbarkeit von Studiengängen und die Förderung kompetenzorientierter Lehre abzielt [OR17, S. 55].

2.4.4 Didaktische Reduktion

Inhalte in technischen Fachgebieten wie 3D-Animation, Game Engines oder Echtzeitsimulationen sind häufig komplex und sehr umfangreich. Daher ist es in der Lehre notwendig, eine didaktische Reduktion vorzunehmen und so zentrale Themen klar zu priorisieren, ohne die wissenschaftliche Tiefe zu verlieren. In der Hochschullehre ist die didaktische Reduktion ein wesentliches Mittel, um komplexe fachliche Inhalte lernförderlich aufzubereiten. Dabei geht es nicht darum, Inhalte zu vereinfachen, sondern sie im Hinblick auf die Lernziele, den Vorwissensstand und die kognitive Belastbarkeit der Studierenden gezielt zu strukturieren. [Leh24, S.11] Zwei Formen der didaktischen Reduktion sind dabei zentral: die quantitative Reduktion, also die Begrenzung des Stoffumfangs, und die qualitative Reduktion, also die vereinfachte Darstellung komplexer Sachverhalte. Beide greifen ineinander und bilden die Grundlage für ein lernwirksames didaktisches Design. [Leh24, S.14]

2.5 Strukturierung von Lehrveranstaltungen

Neben inhaltlichen und didaktischen Grundlagen spielt auch die konkrete Planung und Organisation von Lehrveranstaltungen eine wichtige Rolle für den Lernerfolg. Um eine stimmige, lernförderliche Struktur zu gewährleisten, ist es hilfreich, zwischen verschiedenen Planungsebenen zu unterscheiden: Auf der Makroebene steht die langfristige Semesterplanung im Vordergrund, während auf der Mikroebene die Gestaltung einzelner Lehrveranstaltungs-termine betrachtet wird. Beide Ebenen greifen ineinander und bilden das Gerüst für eine systematische und kompetenzorientierte Hochschullehre.

2.5.1 Makroebene: Semesterplanung

Die Strukturierung von Lehrveranstaltungen erfordert eine systematische Planung, die darauf achtet, dass Inhalte verständlich aufeinander aufbauen und sich mit den organisatorischen Gegebenheiten vereinbaren lassen. Wie Kerres [Ker18, S. 21] betont, sollte die *„Taktung“* von Lernangeboten an die Voraussetzungen der Studierenden angepasst und in eine logische Sequenz gebracht werden. Dies lässt sich durch folgende Planungselemente konkretisieren:

Vorbereitung - Lernzieldefinition und Kontextanalyse: In dieser Phase stehen die Definition von Lernzielen [Rei15, S. 117], beispielsweise mit Hilfe der SMART-Formulierung¹, und die Analyse der Rahmenbedingungen im Vordergrund. Dazu zählen die Erhebung des Vorwissens der Studierenden, die Prüfung technischer und räumlicher Ressourcen, die Berücksichtigung der Gruppengröße sowie die Auswahl geeigneter Lehrmedien [Ker18, S. 229].

Durchführung - Rhythmisierung der Lehr-Lern-Aktivitäten: Der Semesterverlauf sollte einen ausgewogenen Wechsel zwischen Theorieinputs und praktischen Übungseinheiten etablieren. Dabei können aktivierende Methoden wie Gruppenarbeiten oder digitale Lernformate, z. B. interaktive Lernvideos und Online-Tools zur Selbstüberprüfung zum Einsatz kommen. [Ker18, S. 405, 430]

Reflexion - Implementierung von Feedbackschleifen: Kontinuierliche Feedbackschleifen in Form von Zwischenfeedbacks oder Lernstandskontrollen ermöglichen die Anpassung der Lehre an den Lernfortschritt [Rei15, S. 76]. Diese *„formative Evaluation“* erlaubt es, Verständnisschwierigkeiten frühzeitig zu erkennen [Ker18, S. 235].

Transfer - Abschluss mit Transferleistung: Den Abschluss bildet eine anwendungsorientierte Leistung, die das Gelernte in komplexen Kontexten integriert. Typische Formate sind Projektarbeiten, Fallstudien oder praxisnahe Prüfungsformate. [Ker18, S. 380]

Didaktischer Mehrwert: Diese Elemente bilden keinen starren Phasenplan, sondern ein flexibles Gerüst, das gemäß Kerres [Ker18, S. 21] an den jeweiligen Lernkontext angepasst werden kann. Es sorgt dafür, dass sich Kompetenzen schrittweise entwickeln, die Anforderungen für Studierende klar sind und auch überfachliche Fähigkeiten wie Teamarbeit oder kritisches Denken eingebunden werden.

¹ Zur Einführung der SMART-Formulierung siehe Kapitel 2.4.2 Lernzielorientierung.

Die Semesterplanung bildet somit den didaktischen Rahmen, innerhalb dessen die konkrete methodische Ausgestaltung einzelner Sitzungen erfolgt, wie in Kapitel 2.5.2 **Mikroebene: Einzelsitzungen** näher erläutert wird.

2.5.2 Mikroebene: Einzelsitzungen

Die Mikroebene der Veranstaltungsplanung bezieht sich auf die Gestaltung einzelner Lehrveranstaltungstermine. Ziel ist es, jede Sitzung so zu strukturieren, dass sie sowohl inhaltlich anschlussfähig als auch methodisch lernförderlich ist. Ein bewährtes Planungsmodell bietet der klassische Dreischritt, der sich in die Phasen *Einstieg*, *Arbeitsphase* und *Abschluss* gliedert. [OR17, S. 118f.]

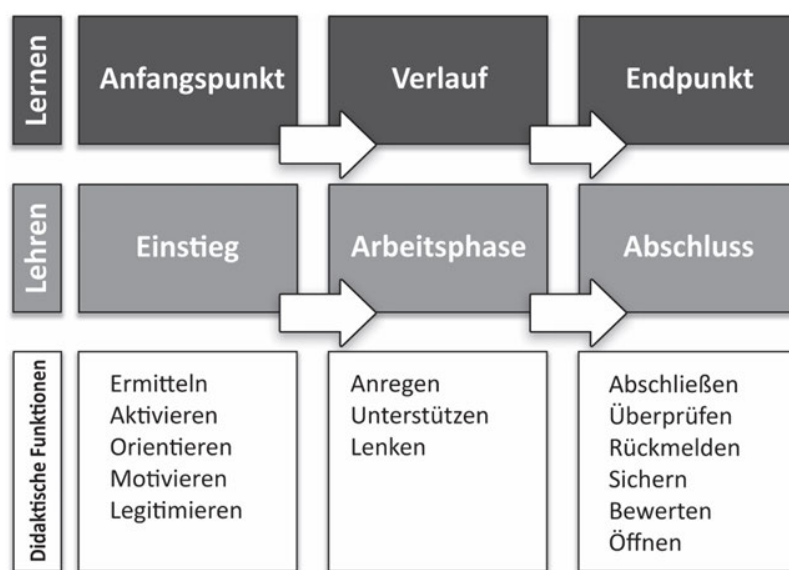


Abbildung 2.6: Klassischer Dreischritt [OR17, S. 119]

Einstiegsphase: Zu Beginn einer Sitzung geht es darum, Studierende motivierend auf das Thema einzustimmen. Dies umfasst unter anderem die Aktivierung von Vorwissen, die Verdeutlichung der Lernziele sowie die Herstellung von Relevanz und Interesse. Geeignet sind Methoden wie Impulsfragen², kleine Übungen oder ein Bezug zur Lebenswelt der Lernenden. Ziel ist es, eine erste gedankliche Auseinandersetzung mit dem Thema anzuregen und Klarheit über die Zielrichtung der Einheit zu schaffen. [OR17, S. 119f.]

Arbeitsphase: In dieser Phase stehen die Erarbeitung und Anwendung im Vordergrund. Lehrpersonen schaffen ein Lernsetting, das eigenständiges, aktives Lernen unterstützt, etwa durch Gruppenarbeiten, Problemstellungen oder digitale Anwendungen. Sie begleiten die Lernenden durch gezielte Unterstützung, geben Rückmeldungen und moderieren den Lernprozess. [OR17, S. 120] Entscheidend ist dabei, dass die Methoden auf die zuvor definierten Lernziele ausgerichtet sind und unterschiedliche Lernniveaus ansprechen [Ulr20, S. 55].

Abschlussphase: Zum Ende der Sitzung werden die Ergebnisse gesichert und reflektiert. Hierbei kann das Erarbeitete zusammengefasst, in einen größeren Kontext eingeordnet oder hinsichtlich der Zielerreichung überprüft werden. Geeignete Maßnahmen sind etwa kurze

²Impulsfragen sind Fragen, die dazu dienen, Denkanstöße zu geben

Reflexionsaufgaben, das Erstellen einer Mindmap oder Mini-Feedbacks. Zudem sollte ein Ausblick auf die nächste Sitzung oder weiterführende Themen gegeben werden. Der Abschluss dient somit nicht nur der Sicherung, sondern auch der Orientierung und Motivation. [Ulr20, S.55] [OR17, S. 120f.]

Die konsequente Anwendung dieses Dreischritts trägt dazu bei, den Lernprozess zu strukturieren, Studierende zu motivieren und eine logische Verbindung zu den übergeordneten Lernzielen herzustellen.

2.5.3 Unterrichtsmodelle zur Gestaltung von Lehrveranstaltungen

Die didaktische Planung von Lehrveranstaltungen im Bereich Animation Blending erfordert Modelle, die technische Kompetenzvermittlung, konzeptionelles Verständnis und gestalterische Urteilskraft gleichermaßen unterstützen. In der Lehre haben sich verschiedene Unterrichtsmodelle etabliert, die jeweils spezifische Stärken in der Vermittlung komplexer Inhalte bieten. Für die spätere Entwicklung einer Lehrveranstaltung in Kapitel 5 wurden vier Ansätze analysiert und kombiniert: Kognitive Meisterlehre, Flipped Classroom, Projektbasiertes Lernen (PBL) und das 4C/ID-Modell.

1. Kognitive Meisterlehre (Cognitive Apprenticeship)

Das Modell der Kognitiven Meisterlehre nach Collins, Brown und Newman [CBN89] überträgt Prinzipien traditioneller Handwerksausbildung auf kognitive Lernprozesse. Im Zentrum stehen sechs Methoden, die den Erwerb komplexer Fähigkeiten unterstützen:

- **Modelling:** Die Lehrperson demonstriert Arbeitsprozesse (z. B. Aufbau eines Blend Trees) und macht dabei ihr Expertenwissen sichtbar.
- **Coaching:** Während der Anwendung erhalten Lernende gezielte Unterstützung durch Beobachtung, Feedback und Hinweise.
- **Scaffolding:** Komplexe Aufgaben werden durch temporäre Hilfen (z. B. Vorlagen oder Tutorials) vereinfacht.
- **Articulation:** Lernende werden angeregt, ihre Vorgehensweise und Entscheidungsprozesse explizit zu verbalisieren.
- **Reflection:** Der eigene Lösungsweg wird mit Musterlösungen oder anderen Umsetzungen verglichen, um ein tieferes Verständnis zu fördern.
- **Exploration:** Lernende übertragen ihr Wissen auf neue Kontexte oder Problemstellungen und entwickeln eigenständige Lösungen.

Die Kognitive Meisterlehre eignet sich besonders zur Vermittlung praxisnaher Fertigkeiten und softwarebasierter Arbeitsroutinen (z. B. Animator Controller in Unity) und stärkt durch begleitete Anwendung den professionellen Blick für Bewegungsqualität. [CBN89]

2. Flipped Classroom

Der Flipped-Classroom-Ansatz [BS12; BV13] verlagert die Wissensvermittlung in die Vorbereitungsphase, um die Präsenzzeit für aktive Anwendung und individuelle Betreuung zu nutzen. Das Modell gliedert sich typischerweise in zwei Phasen:

- **Vorbereitungsphase:** Lernende bearbeiten grundlegende Inhalte eigenständig, z. B. über Lernvideos oder Tutorials zu Keyframe-Techniken. [BS12, S. 113]
- **Präsenzphase:** Die gewonnene Zeit wird für vertiefende Übungen, Fehleranalysen oder Fragen genutzt. [BV13]

Besonders geeignet ist der Flipped Classroom für technische Inhalte, bei denen Bedienlogik und Abläufe individuell nachvollzogen werden können. Komplexere Aufgaben wie das Erstellen von Blend Trees profitieren dabei von zusätzlicher Präsenzunterstützung.

3. Projektbasiertes Lernen (PBL)

Beim projektbasierten Lernen steht eine realitätsnahe Aufgabenstellung im Zentrum, anhand derer Wissen und Kompetenzen erworben und angewendet werden [BT80, S.2]:

- **Authentische Problemstellung:** Die Aufgabe hat einen praktischen Bezug, z. B. „Erstelle eine vollständige Animationssequenz mit Zustandswechseln“. [BT80, S.58]
- **Prozessorientierung:** Lernende dokumentieren Entscheidungen, Zwischenschritte und Probleme im Verlauf der Umsetzung. [BT80, S.192]
- **Produktorientierung:** Ziel ist ein vorzeigbares Ergebnis in Form einer funktionalen Animation in Unity mit dokumentierter Reflexion. [BT80, S.192f.]

PBL fördert selbstgesteuertes Lernen, Kreativität und Problemlösungskompetenz. Das sind ideale Voraussetzungen für die spätere Projektphase in Kapitel 5. [BT80, S.193]

4. 4C/ID-Modell

Das Four-Component Instructional Design-Modell, kurz 4C/ID-Modell nach van Merriënboer [MK17] wurde speziell für das Training komplexer kognitiver Fähigkeiten entwickelt und eignet sich daher besonders für technisch-gestalterische Themen wie Animation Blending. Es besteht aus vier zentralen Komponenten, die sich gegenseitig ergänzen:

- **Lernaufgaben:** Komplexe Aufgaben, die in aufeinander aufbauenden Schwierigkeitsstufen organisiert sind. Die Lernenden bearbeiten authentische Problemstellungen, beispielsweise vom einfachen Keyframing bis hin zur Erstellung komplexer Blend Trees.
- **Unterstützende Informationen:** Hintergrundwissen, das für das grundsätzliche Verständnis notwendig ist, etwa Erklärungen zu Interpolationstypen oder Bewegungskohärenz. Diese Informationen werden meist vor Beginn einer neuen Aufgabe vermittelt.
- **Prozedurale Informationen:** Schritt-für-Schritt-Anleitungen, die unmittelbar während der Bearbeitung einer Aufgabe bereitgestellt werden, zum Beispiel für den Export von Blender-Animationen nach Unity oder das Einrichten eines Animator Controllers.

- **Part-task Practice:** Gezielte Wiederholungsübungen einzelner Fertigkeiten, die automatisiert werden sollen. Dazu gehören beispielsweise Übungen zur sauberen Fußplatzierung mit IK oder das Feintuning im Graph Editor.

Das Modell ist besonders geeignet, um Lernprozesse bei Animation Blending strukturiert zu gestalten. Es verbindet theoretisches Verständnis, praktische Umsetzung und gezielte Vertiefung, sodass auch komplexe Inhalte nachvollziehbar und nachhaltig vermittelt werden können.

Modellauswahl - Synthese und Begründung

Keine der genannten Ansätze deckt allein alle Anforderungen des Themas ab. Die folgende Tabelle fasst Stärken und Grenzen der Modelle zusammen:

Modell	Stärken	Grenzen für Animation Blending
Kognitive Meisterlehre	Vermittlung von Praxiswissen, implizitem Expertenwissen, "Blick" für Bewegung	Schwächer in Vermittlung theoretischer Konzepte
Flipped Classroom	Entlastet Präsenzzeit für vertiefende Übungen; geeignet für Softwaregrundlagen	Gefahr oberflächlichen Lernens ohne strukturierte Reflexion
Projektbasiertes Lernen (PBL)	Fördert kreative Anwendung, realitätsnahe Aufgabenstellung	Ohne Anleitung riskant: fehlerhafte Routinen (z. B. "Trial-and-Error")
4C/ID-Modell	Systematischer Aufbau technischer und konzeptioneller Fertigkeiten	Schwächer in der Vermittlung ästhetischer Beurteilungskriterien

Tabelle 2.1: Unterrichtsmodelle - Stärken und Grenzen für Animation Blending

Kombinierte Anwendung im Kursdesign

Ausgehend von der obigen Analyse erfolgt die Lehrplanung im Sinne einer Modellkombination:

- **4C/ID-Modell** bildet die strukturelle Grundlage der Lehrveranstaltung von einfachen Lernaufgaben (Keyframing) bis zur Anwendung (Projekt).
- **Kognitive Meisterlehre** wird in den Praxisphasen integriert, etwa durch Demonstrationen in Unity oder Fehleranalyse gemeinsam mit den Lernenden.
- **Flipped Classroom** ermöglicht vorbereitendes Lernen der Softwaregrundlagen und schafft Freiraum für individuelle Betreuung in den Sitzungen.
- **PBL** kommt gezielt in der Projektphase zum Einsatz, um Transferkompetenz und Eigenverantwortung zu fördern.

Die abgestimmte Kombination der Methoden sorgt dafür, dass Studierende Animation Blending von den Grundlagen bis zur professionellen Anwendung lernen.

Bereich	Kernkonzept	Kurzbeschreibung / Erkenntnis
Lernziel-orientierung	Blooms Taxonomie	Hierarchisches Modell (Wissen → Verstehen → Anwenden → Analysieren → Bewerten → Erschaffen); wichtig zur Formulierung differenzierter Lernziele.
	Finks Taxonomie	Ergänzt Bloom um soziale und wertorientierte Lernziele
	SMART-Ziele	Lernziele sollen spezifisch, messbar, attraktiv, realistisch und terminiert sein - Grundlage für klare Prüfungsformate.
Didaktische Planung	Constructive Alignment	Abstimmung von Lernzielen, Lehrmethoden und Prüfungen - sichert Transparenz und Kohärenz im Lehrprozess.
	Didaktische Reduktion	Konzentration auf zentrale Inhalte; Komplexität wird reduziert, ohne Tiefe zu verlieren (quantitativ & qualitativ).
Strukturierung von Lehrveranstaltungen	Makroebene	Semesterplanung mit Phasen: Vorbereitung, Durchführung, Reflexion, Transfer. Wichtig: inhaltlicher Aufbau & logische Abfolge.
	Mikroebene	Einzelstunden folgen dem Dreischritt: Einstieg - Arbeitsphase - Abschluss. Ziel: Motivation, Aktivierung, Ergebnissicherung.
Unterrichtsmodelle	Kognitive Meisterlehre	Vermittlung von Expertenwissen durch Demonstration, Coaching und Reflexion. Stärken: Praxis & Wahrnehmung für Qualität.
	Flipped Classroom	Theorie zuhause, Praxis in Präsenz. Entlastet Zeit, aber benötigt Struktur zur Vertiefung.
	Projektbasiertes Lernen (PBL)	Eigenständige Anwendung durch reale Aufgaben. Ideal für die Projektphase. Gefahr: unreflektiertes Trial-and-Error.
	4C/ID-Modell	Kompetenzaufbau in 4 Komponenten: Lernaufgaben, unterstützende/prozedurale Infos, Teilübungen. Stark für technische Inhalte.
Modellauswahl	Kombination	Kein Modell reicht allein. Empfohlene Kombination: 4C/ID + Kognitive Meisterlehre + Flipped Classroom + PBL. Deckt Technik, Reflexion & Transfer ab.

Tabelle 2.2: Zentrale didaktische Konzepte im Überblick (eigene Darstellung)

3 Stand der Forschung und aktuelle Ansätze

Die Methoden des Animation Blendings haben sich in den letzten Jahren erheblich weiterentwickelt. Während in der Vergangenheit vor allem manuelle Techniken wie Keyframe-Animation und einfache Interpolationen dominierten, kommen heute zunehmend datenbankgestützte Systeme, KI-gestützte Verfahren und komplexe Echtzeitleösungen zum Einsatz. Dieses Kapitel gibt einen Überblick über den aktuellen Stand der Technik und beleuchtet zentrale Entwicklungen und Forschungstrends. Dabei stehen in Game Engines implementierte Blending-Techniken im Fokus, die im Vergleich zu traditionellen Methoden eingeordnet werden.

3.1 Moderne Ansätze im Animation Blending

Moderne Ansätze im Animation Blending kombinieren etablierte Techniken mit datengetriebenen und KI-basierten Methoden, um die Grenzen klassischer Interpolation zu überwinden. Im Folgenden werden die zentralen Fortschritte systematisch erläutert.

3.1.1 Motion Graphs: Datenbankgestützte Bewegungsgenerierungen

Ein Schlüsselkonzept moderner Animationstechniken sind Motion Graphs, die von Kovar et al. als Framework zur Organisation von Motion-Capture-Daten eingeführt wurden. Dabei werden Bewegungsclips als Knoten in einem gerichteten Graphen angeordnet, während Kanten mögliche Übergänge zwischen diesen Clips repräsentieren. Algorithmen ermitteln die besten Abfolgen, um flüssige und situationsangepasste Bewegungen zu erzeugen. Ein praktisches Anwendungsbeispiel ist ein Open-World-Spiel, in dem ein Charakter automatisch von einem Sprint in eine Kletteranimation übergeht, sobald er eine Felswand erreicht, ohne dass die Entwickler jeden Übergang manuell definieren müssen. Diese Methode reduziert nicht nur den Produktionsaufwand, sondern erhöht auch die Vielfalt der Bewegungsmöglichkeiten. [\[KGP02\]](#)

3.1.2 Echtzeittechniken in Game Engines

In modernen Game Engines wie *Unity* spielen sogenannte *Blend Trees* eine zentrale Rolle bei der Erstellung dynamischer Bewegungsübergänge. Sie ermöglichen es, mehrere Animationszustände, etwa „Gehen“, „Laufen“ oder „Springen“, abhängig von Parametern wie Geschwindigkeit, Richtung oder Benutzerinteraktion miteinander zu kombinieren. Dadurch lassen sich Animationen in Echtzeit an das Spielgeschehen anpassen und nahtlose Übergänge erzeugen.

Ein *Blend Tree* besteht aus Knoten, von denen jeder eine einzelne Animation repräsentiert. Die Engine interpoliert zwischen diesen Knoten auf Grundlage der aktuellen Parameterwerte. So entstehen stufenlose Übergänge, zum Beispiel vom Gehen ins Laufen. In Kombination mit *Motion-Capture-Daten* können Blend Trees besonders realistische Bewegungen erzeugen, die natürlich wirken und sich flexibel an das Spielgeschehen anpassen. Entwickler:innen profitieren von der Möglichkeit, Animationen flexibel zu kombinieren und gleichzeitig eine hohe Bewegungsqualität sicherzustellen. [\[JWL23; Tec25\]](#)

Man unterscheidet dabei verschiedene Typen [Tec25]:

- **1D Blend Trees:** Diese arbeiten mit einem einzigen Parameter, z. B. Geschwindigkeit, um zwischen mehreren Animationszuständen zu interpolieren. Ein typisches Beispiel wäre der Übergang vom Stehen zum Gehen bis hin zum Laufen entlang einer Skala.

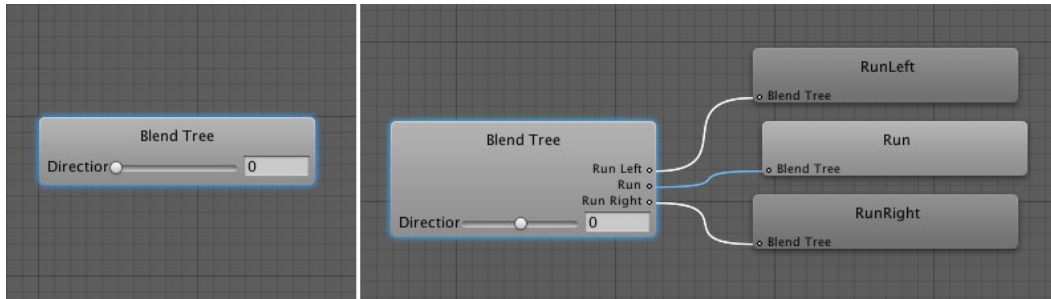


Abbildung 3.1: Einfacher 1D Blend Tree in Unity: Die Bewegungsrichtung wird über einen Parameter „Direction“ gesteuert. Je nach Wert (z. B. negativ für „RunLeft“, positiv für „RunRight“) wird zwischen verschiedenen Animationen übergeblendet. [Tec24a]

- **2D Simple Directional:** Geeignet, wenn Bewegungen klaren Richtungen entsprechen, etwa „Gehen nach vorne“ oder „Gehen nach links“. Wichtig: Alle Bewegungen müssen innerhalb eines Halbkreises (Winkel $< 180^\circ$) liegen, also keine gegenüberliegenden Richtungen wie „vorwärts“ und „rückwärts“. Andernfalls kommt es zu fehlerhaften Interpolationen. Eine zentrale Animation wie „Idle“ kann an der Position (0,0) ergänzt werden.
- **2D Freeform Directional:** Auch diese Variante ist für Richtungswechsel gedacht. Jedoch erlaubt dieser Typ Bewegungen in gegenüberliegenden Richtungen (z. B. „vorwärts“ und „rückwärts“) und unterstützt mehrere Bewegungen pro Richtung, etwa „Gehen nach vorne“ und „Rennen nach vorne“. Eine zentrale Idle-Animation bei (0,0) kann ebenfalls hinzugefügt werden.

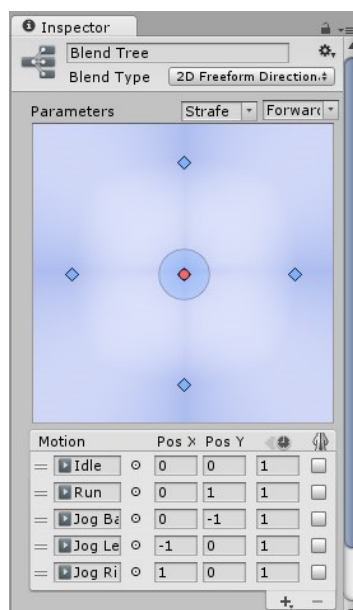


Abbildung 3.2: 2D Blend Tree in Unity mit „Freeform Directional“-Blend-Typ: Zwei Parameter (z. B. Vorwärts-/Rückwärts- und Seitwärtsbewegung) steuern komplexe Übergänge zwischen mehreren Animationszuständen wie Laufen, Joggen oder Stillstand. [Tec24a]

- **2D Freeform Cartesian:** Wird verwendet, wenn die beiden Steuerparameter unterschiedliche Dinge beschreiben, z. B. wie schnell sich eine Figur bewegt (Geschwindigkeit) und ob sie sich dabei dreht (Drehung). Typische Anwendungen sind Bewegungen wie „Gehen ohne Drehung“ oder „Langsames Laufen mit leichter Linksdrehung“.

Animation Masks bieten hierbei zusätzliche Kontrolle, indem sie bestimmte Körperbereiche isolieren, etwa um Beinbewegungen unabhängig von Oberkörperaktionen zu steuern. Animation Masks ergänzen diesen Ansatz, indem sie spezifische Körperregionen isolieren. Dies ermöglicht die unabhängige Steuerung verschiedener Körperteile. Beispielsweise können Beinbewegungen für Fortbewegung genutzt werden, während der Oberkörper gleichzeitig andere Aktionen ausführt. [Tec25] Solche Techniken braucht man vor allem dann, wenn Figuren im Spiel mehrere Aktionen parallel ausführen müssen.

3.1.3 KI-gestützte und adaptive Verfahren

Aktuelle Forschungsansätze nutzen maschinelles Lernen, um Animationen dynamisch an Kontext und Umgebung anzupassen. Spezialisierte neuronale Netze, etwa Phase-Functioned Neural Networks, analysieren hierfür riesige Motion-Capture-Datensätze. Sie lernen daraus Bewegungsmuster, mit denen Charaktere selbst auf unvorhergesehene Situationen reagieren können, etwa indem sie beim Überqueren von Geröll automatisch die Schrittlänge anpassen, um Stürze zu vermeiden [HKS17]. Neben den neuronalen Netzen wird Reinforcement Learning eingesetzt, bei dem Algorithmen virtuelle Charaktere durch Belohnungsmechanismen trainieren, realistische Reaktionen zu entwickeln. Ein Beispiel ist das Abfangen von Stürzen. Die Figur lernt durch Versuch und Irrtum, sich durch intuitive Gewichtsverlagerungen abzustützen, ohne dass Entwickler jede Bewegung manuell vorgeben müssen [Pen+22]. Diese KI-Methoden reduzieren den Aufwand für manuell erstellte Animationsclips und ermöglichen bisher unmögliche Flexibilität.

3.1.4 Vernetzung moderner Blending-Ansätze

Moderne Animationssysteme vereinen datenbankbasierte, engine-spezifische und KI-gestützte Methoden zu einem schlüssigen Workflow. Motion Graphs liefern hochqualitative Bewegungsdaten, während Blend Trees diese in Echtzeit an Spielerinput anpassen, etwa durch dynamische Geschwindigkeitsänderungen oder Richtungswechsel [JWL23]. Animation Masks isolieren Körperbereiche, um parallele Aktionen wie Greifen während des Laufens zu ermöglichen.

Zusätzlich ermöglichen KI-gestützte Verfahren eine flexible Steuerung der Animationen und helfen dabei, Bewegungen natürlicher und realistischer wirken zu lassen. Inverse Kinematics-Systeme sorgen beispielsweise für anatomisch korrekte Fußplatzierungen auf unebenen Oberflächen [Eds03], während Motion Blending fließende Übergänge zwischen verschiedenen Bewegungsarten gewährleistet. Zusätzlich sorgen adaptive, also lernfähige Algorithmen dafür, dass Bewegungen wie Arm- oder Rumpfactionen in Echtzeit an die jeweilige Spielsituation angepasst werden, etwa wenn eine Figur Hindernissen ausweicht oder ihr Gleichgewicht auf unebenem Untergrund hält. Durch die Kombination von planbaren Motion Graphs und

lernfähiger KI entsteht ein System, das sowohl künstlerische Gestaltung als auch technische Präzision ermöglicht [KGP02; HKS17]. Dadurch können realistische Animationen schneller und effizienter umgesetzt werden.

Wichtigste Entwicklungen:

- **Motion Graphs:** Kostenloses Tool für Vorproduktion (Modellierung/Rigging)
- **Blend Trees (Unity):** Echtzeit-Engine für interaktives Blending mit Hilfe von 1D Blend Trees (Mischen von Bewegungen nach einem Wert) und 2D Blend Trees (Kombination von zwei Werten [2D Simple Directional, 2D Freeform Directional, 2D Freeform Cartesian]).
- **KI-Verfahren:** Neuronale Netze lernen Bewegungsmuster aus Motion-Capture-Daten

Trend: Kombination datenbasierter und KI-gestützter Methoden

3.2 Vergleich: Klassische Methoden versus moderne Ansätze

Animation Blending vereint künstlerische Kontrolle mit technischer Effizienz. In diesem Abschnitt werden klassische und moderne Verfahren gegenübergestellt, um zu verdeutlichen, wie sich gestalterische und arbeitspraktische Anforderungen über die Zeit verändert haben. Die Tabelle 3.1 fasst zentrale Eigenschaften beider Ansätze zusammen:

Kriterium	Klassische Methoden	Moderne Ansätze
Erstellungsaufwand	Hoch (manuelles Keyframing, viele Einzelbewegungen)	Gering durch Automatisierung (z. B. Motion Capture, Blend Trees, KI)
Künstlerische Kontrolle	Sehr hoch, präzise steuerbar	Teilweise automatisiert, kreative Kontrolle kann eingeschränkt sein
Flexibilität in Echtzeit	Gering, Übergänge müssen manuell modelliert werden	Hoch, reagiert dynamisch auf Input und Umgebung
Technischer Anspruch	Verständlich, aber arbeitsintensiv	Komplexe Systeme, aber hohe Effizienz bei richtiger Anwendung
Typische Fehlerquellen	Steife Übergänge, hoher Pflegeaufwand	Datenabhängigkeit, algorithmische Fehler
Einsatzbereich	Lineare Medien (z. B. Animationsfilme, Cutscenes), stilisierte Produktionen	Echtzeitanwendungen, simulationsnahe Darstellung

Tabelle 3.1: Eigenschaften klassischer und moderner Animationsmethoden im Vergleich

Klassische Methoden: Hoher Aufwand, volle Kontrolle

Wie bereits aus der Tabelle 3.1 deutlich wurde, gehen klassische Verfahren mit einem hohen manuellen Arbeitsaufwand einher: Bei der Keyframe-Animation [Büh21] müssen Bewegungsphasen Frame für Frame definiert werden. Ergänzt wird dies oft durch hierarchische Steuerungssysteme [LS99], bei denen einzelne Gelenke eines Skeletts separat animiert und aufeinander abgestimmt werden müssen.

Diese Herangehensweise ermöglicht zwar maximale künstlerische Kontrolle über jede Pose, skaliert aber schlecht. Sobald viele Übergänge benötigt werden, etwa bei Charakteren mit zahlreichen Bewegungsvarianten, vervielfacht sich der Erstellungsaufwand. Wie in Tabelle 3.1 zu sehen ist, entstehen hier häufig typische Probleme: Bewegungen wirken ruckartig, Übergänge sind nicht nahtlos, und kleinere Anpassungen erfordern oft umfangreiche Nachbearbeitung.

Moderne Ansätze: Automatisierung durch Daten und KI

Moderne Methoden setzen zunehmend auf datenbasierte Systeme, die klassische Grenzen überwinden. Durch Verfahren wie Motion Graphs [KGP02] oder Phase-Functioned Neural Networks [HKS17] werden Bewegungen dynamisch generiert oder angepasst. Besonders in Echtzeitanwendungen wie Games ermöglichen sie flüssige Übergänge bei deutlich geringerem Aufwand. Wie der *Unity Gaming Report 2024* zeigt, nutzen bereits 46 % der befragten Studios künstliche Intelligenz speziell zur Optimierung von Charakteranimationen [Tec24b] (siehe Abbildung A.3).

Während moderne Systeme somit klare Vorteile hinsichtlich Flexibilität und Effizienz bieten (vgl. Tabelle 3.1), erfordern sie zugleich leistungsfähige Hardware, große Datenmengen und ein tieferes technisches Verständnis. [HKS17]. Gleichzeitig zeigen Spiele wie *Cuphead*, dass klassische Frame-by-Frame-Techniken für bestimmte Kunststile nach wie vor die bessere Wahl sind [Tec17; Stu17]. Die Zukunft wird wahrscheinlich in einer intelligenten Kombination beider Ansätze liegen, bei der Künstler die kreative Kontrolle behalten, während KI-Systeme unterstützend bei natürlichen Übergängen und Anpassungen helfen [Tec25].

3.2 Klassische vs. moderne Methoden - Vergleich:

Kriterium	Klassisch (Keyframes)	Modern (KI/Blend Trees)
Aufwand	Hoch (manuell)	Geringer (automatisiert)
Flexibilität	Starre Übergänge	Dynamische Anpassung
Einsatzgebiet	Filme, lineare Animationen	Echtzeitanwendungen (Games)

Kernaussage: Moderne Methoden dominieren in interaktiven Szenarien, klassische bleiben für künstlerische Kontrolle relevant.

Was bedeutet das für die Lehre?

- **Technische Vermittlung:** Blend Trees und IK sind essenziell für Game-Engines
- **Fehlerprävention:** Typische Probleme (z. B. Foot-Sliding) durch KI-Verfahren reduzieren
- **Zukunftsorientierung:** KI-Grundwissen wird für Animationsfachkräfte immer wichtiger

→ **Didaktische Konsequenz:** Daher integriert das Lehrkonzept in Kapitel 5 sowohl Grundlagen (Keyframing) als auch moderne Blending-Verfahren.

4 Analyse der Lehrbedarfe und Fehlerquellen

Damit Lernende das Thema Animation Blending erfolgreich bearbeiten können, ist es wichtig zu verstehen, wo typische Schwierigkeiten liegen. In diesem Kapitel werden daher häufige Fehlerquellen aufgezeigt, die beim Arbeiten mit Tools wie Blender oder Unity entstehen können. Außerdem wird untersucht, welche Anforderungen sich daraus für die Gestaltung der Lehre ergeben. Die Erkenntnisse dienen als Grundlage für die didaktische Planung im nächsten Kapitel.

4.1 Identifikation typischer Fehlerquellen im Animation Blending

Die Erstellung flüssiger und glaubwürdiger Bewegungsübergänge in digitalen Animationen erfordert sowohl technisches als auch gestalterisches Verständnis. Insbesondere bei Lernenden, die sich erstmals mit Animation Blending in Softwareumgebungen wie Blender oder Unity auseinandersetzen, treten wiederkehrende Fehler auf, die den Animationsfluss stören und die visuelle Qualität beeinträchtigen. Die Identifikation dieser typischen Fehlerquellen ist ein zentraler Schritt, um die didaktische Aufbereitung der Inhalte gezielt darauf auszurichten.

Technisch-handwerkliche Fehler

Ein Teil der Schwierigkeiten lässt sich auf technisch-handwerkliche Fehler zurückführen. So gehören ungenau gesetzte Keyframes, falsche Interpolationen oder eine fehlerhafte Nutzung von Tangenten zu den häufigsten Problemen in der praktischen Umsetzung [Grü24, S.125-129]. In Unity können darüber hinaus fehlerhafte Zustandsübergänge innerhalb des Animator Controllers oder nicht korrekt konfigurierte Blend Trees zu abrupten oder stockenden Animationen führen [Tec25].

Ästhetische und bewegungsbezogene Fehler

Animationen wirken oftmals zu ruckartig, unnatürlich oder sprunghaft, wenn Übergänge nicht mit der richtigen Dynamik, wie durch Ease-In- und Ease-Out-Kurven, versehen sind oder das Timing nicht zur Bewegung passt [KG03; WB04]. Besonders bei Übergängen zwischen Gehen, Laufen oder Springen zeigt sich häufig eine fehlende physikalische Stimmigkeit, etwa durch unrealistische Beschleunigungen. Diese Fehler sind nicht rein technischer Natur, sondern zeugen von einem noch unzureichend entwickelten Bewegungsgefühl.

Konzeptionelle Missverständnisse

Lernende verwechseln häufig additives mit linearem Blending [KG03], da beide Methoden ähnliche Parameter nutzen, aber grundlegend verschiedene Berechnungen durchführen:

- **Lineares Blending** interpoliert zwischen *vollständigen Posen* und eignet sich für Zustandsübergänge.

- **Additives Blending** fügt *Bewegungsänderungen* zu einer Basisanimation hinzu. Das ist ideal um nur einzelne Körperteile zu verändern (z. B. Winken während des Gehens).

Diese Unterscheidung wird besonders in *Blend Trees* relevant, wo beide Techniken kombiniert werden können [Tec25]. Solche Fehler treten besonders dann auf, wenn die zugrunde liegenden Konzepte nicht ausreichend mit Visualisierungen verknüpft werden, was ein bekanntes Problem in der multimedialen Lehre darstellt [May14].

Interaktive Systeme und Didaktik

Animation Blending in interaktiven Systemen wie Unity bringt spezifische Herausforderungen mit sich. Typische Fehler umfassen verzögerte Eingabereaktionen, Kollisionen zwischen Animations- und Spielesystemen sowie unnatürliche Bewegungsübergänge. Lernende konzentrieren sich häufig zu stark auf die technische Umsetzung und vernachlässigen dabei die visuelle Qualität der Animationen. Ohne gezielte Anleitung entstehen so funktionierende, aber ästhetisch unbefriedigende Ergebnisse. Diese Problematik zeigt den Bedarf an didaktischen Konzepten, die sowohl technische Kompetenzen als auch gestalterische Bewertungskriterien vermitteln.

Wichtigste Erkenntnisse:

- **Technisch:** Falsche Keyframe-Interpolation, fehlerhafte Blend-Tree-Parameter
- **Gestalterisch:** Unnatürliches Timing (kein Ease-In/Out), Foot-Sliding
- **Konzeptionell:** Verwechslung von linearem/additivem Blending

Kernproblem: Fehlende Verbindung zwischen Technik und Bewegungsästhetik

4.2 Definition relevanter Animationsrichtlinien und Qualitätskriterien

Die Erstellung hochwertiger Animationen erfordert die Einhaltung etablierter Richtlinien, die sowohl künstlerische als auch technische Aspekte vereinen. Grundlage hierfür bilden die 12 Prinzipien der Animation nach Thomas und Johnston, die ursprünglich für traditionelle Zeichentrickfilme entwickelt wurden, aber bis heute zentral für digitale Animationen sind. Besonders relevant für Animation Blending sind Prinzipien wie *“Ease In und Ease Out”* (sanftes Ein- und Aussteuern von Bewegungen) und *“Follow Through and Overlapping Action”* (Nachlauf- und überlappende Effekte wie schwingende Haare). Natürliche Beschleunigungsphasen und *“sekundäre Bewegungen”*, etwa das Nachschwingen von Armen beim Laufen, sorgen für fließende Übergänge zwischen Zuständen und verleihen der Animation Lebendigkeit. Gleichzeitig muss das *“Timing”* an den Kontext angepasst werden: In interaktiven Anwendungen wie Videospielen sind schnelle Reaktionen auf Spielereingaben essenziell, während filmische Animationen präzise choreografierte Bewegungsabläufe erfordern. [Las87; JT81, S. 47 - 70]

Auf technischer Ebene stehen glatte Übergänge und Performance-Optimierung im Fokus. Unnatürliche Effekte wie plötzliche Sprünge zwischen Animationszuständen oder Foot-Sliding (Rutschen der Füße auf Oberflächen) werden durch interpolierte Zwischenphasen vermieden,

in denen Algorithmen automatisch fließende Übergänge zwischen unterschiedlichen Start- und Endposen berechnen. [KGP02]. Ergänzend korrigieren Inverse Kinematics (IK) Gelenkpositionen dynamisch, indem sie die Füße präzise an unebenes Gelände anpassen [SPF03].

Für die Performance-Optimierung sind effiziente Methoden unverzichtbar: Moderne Engines wie Unity nutzen Blend Trees, um fließende Übergänge zwischen verschiedenen Animationen zu erzeugen und so manuellen Aufwand zu reduzieren, durch zum Beispiel dynamische Anpassung von Geh- zu Laufanimationen basierend auf Geschwindigkeit [Zac22; Shi+01].

Die ästhetische Qualität einer Animation wird durch anatomisch korrekte Bewegungen bestimmt. Gleichzeitig muss sie emotionale Ausdruckskraft vermitteln: Ein ermüdeter Charakter kann durch hängende Schultern dargestellt werden, während schnelle, ruckartige Gesten Entschlossenheit signalisieren. Entscheidend ist dabei die Stilkonsistenz. Eine hyperrealistisch animierte Figur würde in einer Cartoon-Welt ebenso fehl am Platz wirken wie ein übertrieben stilisierter Bewegungsablauf in einer realistischen Simulation. [Rob12, S. 48-85, 178-213] Daraus lässt sich schlussfolgern, dass auch Übergänge zum visuellen Stil passen müssen.

In der Praxis werden diese Richtlinien durch Tools wie Blender und Unity umgesetzt. In Blender verhindern IK-Constraints Foot-Sliding, während Bézier-Kurven im Graph-Editor natürliche Beschleunigungsprofile erzeugen [Fou25]. Unity hingegen nutzt Blend Trees, um Bewegungen dynamisch an Spielerinput oder Umgebungsbedingungen (z. B. Geschwindigkeit, Gelände) anzupassen und gleichzeitig Motion-Capture-Daten zu integrieren [Tec25]. Diese Ansätze zeigen, wie technische und gestalterische Standards ineinandergreifen, um effizient hochwertige Animationen zu produzieren.

Zusammenfassung:

Prinzip	Umsetzung
Ease-In/Out	Bézier-Kurven im Graph-Editor
Follow-Through	Sekundärbewegungen (z. B. schwingende Arme)
IK-Korrektur	Autom. Fußplatzierung auf unebenem Terrain

Kernaussage: Technische Tools allein genügen nicht. Erst die Kombination mit künstlerischen Prinzipien (Thomas & Johnston [JT81]) schafft lebendige Bewegungen.

4.3 Anforderungen an die didaktische Aufbereitung

Die in den vorangegangenen Abschnitten analysierten Fehlerquellen (Kapitel 4.1) sowie die formulierten Qualitätskriterien für gelungene Bewegungsübergänge (Kapitel 4.2) machen deutlich, dass die didaktische Vermittlung von Animation Blending über eine rein technische Instruktion hinausgehen muss. Ziel der didaktischen Aufbereitung ist es daher, Lernprozesse so zu gestalten, dass sowohl technische Fertigkeiten als auch gestalterisches Verständnis sowie reflexive Kompetenzen gefördert werden.

Eine zentrale Anforderung an die Lehre besteht darin, grundlegende Konzepte des Animation Blending wie z. B. Interpolationsverfahren, Blend Trees, Bewegungsdynamik oder Bewegungskohärenz³, klar und strukturiert zu vermitteln. Lernende sollen verstehen, wie Übergänge technisch realisiert werden und welche Wirkungen bestimmte Parameter auf die visuelle Qualität haben. Die Lehre muss dabei anwendungsorientiert sein und durch Praxisbeispiele oder kurze Demonstrationen eine direkte Übertragung des Wissens in die Arbeit mit Tools wie Unity oder Blender ermöglichen.

Gleichzeitig ist eine didaktisch durchdachte Einführung in die technischen Werkzeuge unerlässlich. Die Fehleranalyse (Kapitel 4.1) offenbart, dass viele Probleme auf eine unstrukturierte Arbeitsweise zurückgehen: Lernende passen Parameter wie Blend-Weights oft ohne systematische Zwischenprüfungen an oder dokumentieren Änderungen nicht nachvollziehbar. Konkret fehlen Kontrollpunkte zur Überprüfung von Teilresultaten (etwa: "Wirkt der Übergang bei 50% Weight natürlich?") sowie reproduzierbare Arbeitsschritte. Dies führt zu Trial-and-Error-Prozessen, die weder zeiteffizient noch lernförderlich sind.

Daher ist eine schrittweise, nachvollziehbare Heranführung an komplexe Funktionen erforderlich. Besonders typische Stolperstellen wie fehlerhafte Zustandsübergänge im Animator-Controller oder unklare Blend-Parameter müssen explizit thematisiert und gemeinsam analysiert werden. Die Förderung einer verstehenden Softwareanwendung steht hier im Zentrum: Lernende sollen nicht nur nach Anleitung handeln, sondern durch systematisches Vorgehen eigene Fehler identifizieren und beheben können.

Darüber hinaus sind gestalterische und ästhetische Aspekte ein wesentlicher Bestandteil der Lehre, da die Qualität von Bewegungen nicht allein durch technische Einstellungen bestimmt wird. Um diese Aspekte nachhaltig zu fördern, spielen gezielte Feedbackprozesse eine zentrale Rolle. Die Wirksamkeit solcher Verfahren ist in der Lernforschung gut dokumentiert [EKT93]. Daher sollten Methoden wie Peer-Feedback⁴, beispielsweise in Form gegenseitiger Animationsevaluierungen, sowie strukturierte Reflexionsaufgaben systematisch eingesetzt werden. Durch den Vergleich unterschiedlicher Blending-Varianten und regelmäßige Feedbackschleifen schärfen Lernende ihren Blick für Bewegungsdetails. Entscheidend sind dabei regelmäßige Feedbackschleifen, die den Lernenden konkrete Anhaltspunkte zur Verbesserung geben. Erst die Verbindung von technischem Wissen und der Fähigkeit, Bewegungen gezielt zu analysieren und zu bewerten, ermöglicht ein tiefgreifendes Verständnis für gelungene Animationsübergänge.

Auf didaktisch-struktureller Ebene ergeben sich weitere Anforderungen: Lernziele sollten nach dem SMART-Prinzip konkret formuliert und mit geeigneten Prüfungsformen abgestimmt werden (vgl. (Kapitel 2.4.2), [Dor81]). Eine konsequente Orientierung am Constructive Alignment stellt sicher, dass Ziele, Methoden und Leistungsnachweise inhaltlich und funktional aufeinander abgestimmt sind [BT11, S. 97]. Die Inhalte sind im Sinne der didaktischen Reduktion zu betrachten, denn es müssen nicht alle Funktionen der Software Blender und Unity

³Bewegungsdynamik beschreibt die zeitliche Qualität einer Bewegung, hinsichtlich Geschwindigkeit, Beschleunigung oder Rhythmus. Bewegungskohärenz bezeichnet die visuelle Stimmigkeit aufeinanderfolgender Bewegungen, also ob Übergänge logisch, flüssig und physikalisch nachvollziehbar wirken. [JT81, S. 47-70]

⁴Peer-Feedback bezeichnet eine didaktische Methode, bei der Lernende sich gegenseitig Rückmeldungen zu ihren Arbeitsergebnissen geben.

vermittelt werden, sondern nur jene, die zur Zielerreichung wesentlich sind. Auch sollte Raum für iteratives Lernen gegeben sein: Wiederholungen, Reflexionsphasen und Korrekturmöglichkeiten sind essenziell, um ein nachhaltiges Verständnis aufzubauen.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die didaktische Aufbereitung des Themas Animation Blending eine ausgewogene Verbindung aus Theorievermittlung, technischer Anwendung und gestalterischer Reflexion erfordert. Sie sollte Lernende dazu befähigen, eigenständig zu arbeiten, fundierte Entscheidungen zu treffen und die Qualität ihrer Animationen kritisch zu hinterfragen. Diese Anforderungen bilden die Grundlage für die Konzeption der Unterrichtseinheit im folgenden Kapitel 5.

Lehre muss drei Ebenen abdecken:

1. **Technisch:** Softwaretools (Blender/Unity) schrittweise einführen
2. **Gestalterisch:** "Expertenblick" für Bewegungsqualität trainieren
3. **Reflexiv:** Fehleranalysen und Peer-Feedback integrieren

Lösungsansatz: Kombination aus 4C/ID-Modell + Kognitiver Meisterlehre + Flipped Classroom + Projektbasiertem Lernen (Vergleich Kapitel 2.5.3)

Gesamtfazit Kapitel 4

- Fehler entstehen meist an der Schnittstelle zwischen Technik und Gestaltung
- Qualität erfordert **technische Präzision + künstlerische Prinzipien**
- Didaktik muss **Praxis, Reflexion** und **Feedback** verbinden

Konsequenz für Kapitel 5: Unterrichtskonzept mit Scaffolding-Phasen^a (Vgl. Kapitel 5)

^aScaffolding bezeichnet hier die phasenweise Reduktion von Hilfsmitteln nach dem Prinzip der Kognitiven Meisterlehre [CBN89].

5 Konzeption des Unterrichts

Basierend auf den theoretischen und didaktischen Anforderungen im Bereich Animation Blending wird ein umfassendes Unterrichtskonzept für das Semester entwickelt. Ziel ist ein praxisnahes, strukturiertes Lehrformat, das technische Inhalte mit geeigneten Lehrmethoden sowie Reflexions- und Anwendungselementen verbindet.

5.1 Entwicklung eines didaktischen Gesamtkonzepts

Das folgende Kapitel stellt den konzeptionellen Rahmen der Lehrveranstaltung dar. Basierend auf den theoretischen Grundlagen aus Kapitel 2 werden zunächst die organisatorischen und inhaltlichen Rahmenbedingungen definiert (Abschnitt 5.1.1). Anschließend wird das didaktische Grundmodell erläutert, das eine Kombination aus vier etablierten Lehransätzen bildet (Abschnitt 5.1.2). Den Abschluss bildet die detaillierte Semesterplanung mit ihren fünf Phasen (Abschnitt 5.1.3), die den Kompetenzaufbau systematisch strukturiert.

5.1.1 Rahmenbedingungen und Zielsetzung

Die Lehrveranstaltung richtet sich an Bachelor-Studierende aus den Bereichen Medieninformatik oder Design, die bereits über grundlegende Kenntnisse in den Programmen Unity und Blender verfügen. Diese Vorkenntnisse wurden in vorherigen Modulen erworben und bilden die Voraussetzung für die Teilnahme. Da es sich um eine praxisorientierte Lehrveranstaltung handelt, ist die Durchführung in einem Computerkabinett vorgesehen. Jeder Studierende sollte einen eigenen Arbeitsplatz mit vorinstallierten Programmen (Unity, Blender) nutzen können, um ein individuelles und direktes Arbeiten zu ermöglichen. Sollte die Raumgröße dies nicht zulassen, kann es erforderlich sein, die Studierenden in unterschiedliche Gruppen aufzuteilen und die Veranstaltung mehrmals pro Woche durchzuführen.

Das didaktische Konzept orientiert sich an einer Semesterlaufzeit von 15 Vorlesungswochen à 90 Minuten pro Woche. Eine Einheit dient als Puffer, um bei Bedarf auf Rückfragen, Verzögerungen oder Prüfungsaspekte flexibel reagieren zu können. Ziel der Veranstaltung ist es, die Studierenden dazu zu befähigen, qualitativ hochwertige Bewegungsübergänge in digitalen 3D-Animationen eigenständig zu erstellen und diese sowohl technisch als auch gestalterisch zu reflektieren. Sie lernen dabei, zentrale Techniken wie Interpolation, Inverse Kinematics (IK), Blend Trees sowie Unity-spezifische Steuerungselemente zielgerichtet einzusetzen. Darüber hinaus entwickeln sie ein Verständnis für typische Fehlerquellen und lernen, diese systematisch zu analysieren und zu vermeiden.

5.1.2 Didaktisches Grundmodell

Die Planung des Kurses orientiert sich am Konzept des Constructive Alignment (vgl. Kapitel 2.4.3), das die Abstimmung von Lernzielen, Lehrmethoden und Prüfungsformaten in den Mittelpunkt stellt. Das didaktische Grundmodell kombiniert vier etablierte Unterrichtsansätze, die sich für technisch-kreative Inhalte besonders eignen:

- **4C/ID-Modell:** Strukturiert den Kompetenzaufbau durch aufeinander aufbauende Lernaufgaben (z. B. von Keyframing zu Blend Trees).
- **Kognitive Meisterlehre:** Vermittelt praktische Fertigkeiten durch Demonstration (z. B. Live-Coding in Unity) und begleitetes Feedback.
- **Flipped Classroom:** Entlastet die Präsenzzeit durch vorbereitende Tutorials (z. B. Blender-Grundlagen) für vertiefende Übungen.
- **Projektbasiertes Lernen (PBL):** Ermöglicht anwendungsorientiertes Arbeiten in der Projektphase und dient als Prüfungsformat.

Diese Kombination sichert eine Balance zwischen Theorie und Praxis: Das 4C/ID-Modell bildet das strukturelle Rückgrat der Lehrveranstaltung, während die Kognitive Meisterlehre die Vermittlung von Expertenwissen in den Präsenzphasen unterstützt. Der Flipped Classroom schafft Raum für individuelle Betreuung, und PBL fördert eigenständiges Lernen durch reale Problemstellungen.

5.1.3 Semesterphasen

Der Semesterverlauf folgt einem systematischen Aufbau, der sich in fünf aufeinander aufbauende Phasen unterteilt:

Phase	Termine	Inhalte	Methoden	Ziel
Einstieg	1.-2.	Einführung in Animation Blending, Tools, Lernziele	Vortrag, Live-Demo, Quiz	Orientierung, Aktivierung
Vertiefung	3.-8.	Keyframe-Techniken, Interpolation, Blend Trees, IK, Masks, KI	Erklärungen + praktische Übungen in Unity/Blender	Kompetenzerwerb
Analyse & Reflexion	9.-10.	Fehlerquellen, Bewegungsqualität	Videoanalyse, Feedback	Bewertung & Verstehen
Projektphase	11.-13.	Eigenständige Animation in Gruppen erstellen	Projektarbeit mit Peer-Coaching (Studierende helfen sich gegenseitig) durch Gruppenarbeit	Anwendung & Kreativität
Präsentation & Feedback	14	Projektpräsentation mit Analyse & Gruppenreflexion	Peer-Review (Studierende bewerten gegenseitig ihre Arbeiten) durch Präsentation, Diskussion	Sicherung, Transfer

Tabelle 5.1: Semesterphasen

Semesterplanung mit didaktischer Modellintegration

Einstieg und Orientierung (Einheit 1–2)

Die ersten beiden Einheiten schaffen die Grundlagen für das gesamte Semester. Nach einer Einführung in die organisatorischen Rahmenbedingungen erfolgt eine theoretische und praktische Einführung in das Animation Blending. Die Studierenden lernen dabei nicht nur die Zielsetzung der Lehrveranstaltung kennen, sondern machen sich erneut noch einmal kurz mit den zentralen Werkzeugen (Blender und Unity) vertraut.

Didaktisch kombiniert diese Phase Elemente des *Flipped Classroom* mit der *Kognitiven Meisterlehre*. Die Lernenden bearbeiten vorbereitende Tutorials zu Blender- und Unity-Grundlagen im Selbststudium, während die Präsenzzeit für Live-Demonstrationen und interaktive Elemente genutzt wird. Besonderes Augenmerk liegt auf der Veranschaulichung typischer Anfängerfehler wie "Foot-Sliding" oder unnatürlichen Übergängen, die von der Lehrperson gezielt demonstriert und gemeinsam analysiert werden.

Methodisch kommen dabei verschiedene Formate zum Einsatz:

- Kurze Einführungsvorträge zu Grundkonzepten des Animation Blendings
- Live-Coding-Demonstrationen in Blender und Unity
- Interaktive Quiz-Elemente zur Wissensüberprüfung
- Präsentation des Semesterprojekts mit klaren Meilensteinen

Durch diesen Mix aus theoretischer Grundlage und praktischer Veranschaulichung wird von Beginn an ein motivierender und zugleich strukturierter Einstieg in das komplexe Themenfeld geschaffen.

Technikeinführung und Anwendung (Einheit 3–8)

Diese zentrale Phase vermittelt schrittweise alle technischen Grundlagen des Animation Blendings, wobei der Schwierigkeitsgrad systematisch nach dem 4C/ID-Modell gesteigert wird. Jede Einheit kombiniert theoretische Inputs mit unmittelbarer praktischer Anwendung.

Einheit 3 führt in die Grundlagen der Blender-Animation ein. Die Studierenden lernen zunächst das Setzen von Keyframes für einfache Bewegungsabläufe wie Armheben oder Gehen. Im Sinne der *Kognitiven Meisterlehre* werden typische Probleme steifer oder unnatürlicher Animationen demonstriert und gemeinsam analysiert. Die praktische Übung fordert die Erstellung einer kurzen, selbstgewählten Animation (z. B. eine winkende Figur), wobei besonderer Wert auf flüssige Übergänge gelegt wird.

In **Einheit 4** steht die Verfeinerung von Bewegungen im Vordergrund. Die Studierenden arbeiten mit dem Graph Editor, um durch Ease-In- und Ease-Out-Interpolation realistische Bewegungsabläufe zu erzeugen. Gleichzeitig wird die Technik der Inversen Kinematik eingeführt, mit deren Hilfe natürliche Gelenkbewegungen (z. B. Kniebeugung) umgesetzt werden. Die "Articulation"-Methode der *Kognitiven Meisterlehre* kommt zum Einsatz, wenn die Lernenden in Partnerarbeit ihre Lösungswege reflektieren und optimieren.

Der Fokus von **Einheit 5** liegt auf dem Transfer von Blender nach Unity. Nach dem Export ihrer Animationen erstellen die Studierenden einen einfachen Animator Controller mit grundlegenden Zustandsübergängen (Idle → Walk → Jump). Ein detailliertes Schritt-für-Schritt-Tutorial mit integrierten Checklisten sichert dabei den Lernerfolg nach dem 4C/ID-Prinzip.

Einheit 6 vertieft das Wissen um Zustandswechsel und Übergangslogik in Unity. Neben technischen Aspekten wie Exit Time und Looping-Mechanismen lernen die Studierenden, wie sich Animationen durch Benutzereingaben steuern lassen. Die Lehrperson übernimmt dabei die Rolle des Coachs im Sinne der *Kognitiven Meisterlehre* und unterstützt bei der Fehleranalyse und -behebung.

In **Einheit 7** werden Blend Trees als wichtiges Werkzeug zur Steuerung von Animationen eingeführt. Die Studierenden implementieren selbständig 1D- und 2D Blend Trees, die Bewegungen abhängig von Parametern wie Geschwindigkeit oder Richtung dynamisch mischen. Diese komplexe Lernaufgabe erfordert die Synthese bisher erworbener Kompetenzen und bereitet auf die Projektphase vor.

Einheit 8 schließlich erweitert das bisherige Wissen um fortgeschrittene Techniken wie Animation Layers und Root Motion. Parallel dazu erhalten die Studierenden ergänzende Materialien zu KI-gestützten Animationsverfahren, die im Selbststudium bearbeitet werden. Dieser Ausblick auf zukunftsrelevante Technologien rundet die Technikphase ab und schafft eine Brücke zu aktuellen Forschungsthemen.

Analyse & Reflexion (Einheit 9–10)

In den Einheiten 9 und 10 vollzieht sich der wesentliche Perspektivwechsel von der technischen Implementierung hin zur qualitativen Bewegungsanalyse. Während die vorangegangenen Phasen primär die Funktionsfähigkeit der Animationen sicherstellten, rückt nun die gestalterische Qualität in den Mittelpunkt der Betrachtung. Die Studierenden evaluieren ihre Arbeiten anhand eines Kriterienkatalogs, der Bewegungskohärenz, physikalische Plausibilität, präzises Timing sowie die korrekte Anwendung der Disney-Prinzipien (insbesondere "Ease In/Out" und "Follow Through") umfasst. Diese Kriterien werden durch die in Kapitel 4.2 analysierten typischen Fehlerbilder und Best-Practice-Beispiele konkretisiert.

Als zentrales methodisches Instrument dient der *Gallery Walk*, ein strukturiertes Peer-Review-Verfahren, bei dem anonymisierte Animationen anhand standardisierter Bewertungsbögen analysiert werden. Ergänzend werden vergleichende Videoanalysen durchgeführt, die studentische Arbeiten und Arbeiten der Lehrperson mit gezielt präparierten Fehlerbeispielen (etwa mit unnatürlichen Übergängen oder Inkonsistenzen im Bewegungsfluss) gegenüberstellen. Leitfragen wie "Welche Blend-Parameter erzeugen welche Bewegungsqualität?" oder "Wie beeinflusst Exit Time den Charakter einer Animation?" lenken die Reflexion auf den Zusammenhang zwischen technischen Parametern und ästhetischer Wirkung.

Didaktisch kombiniert diese Phase Elemente der *Kognitiven Meisterlehre* mit *Projektbasiertem Lernen*. Die Lehrperson demonstriert an kuratierten Beispielen typische Qualitätsprobleme und moderiert strukturierte Feedbackrunden nach der Articulation-Methode, bei der Studie-

rende ihre Bewertungskriterien explizit verbalisieren müssen. Gleichzeitig dient die Phase der Vorbereitung der Projektarbeit, indem Optimierungsideen dokumentiert und individuelle Qualitätskriterien für die Gruppenarbeit entwickelt werden.

Zur Unterstützung stehen den Studierenden verschiedene Materialien zur Verfügung: eine Sammlung annotierter Beispielanimationen mit typischen Fehlern (Foot-Sliding, steife Übergänge), Referenzvideos aus professionellen Produktionen sowie detaillierte Checklisten für die technisch-ästhetische Bewertung. Dieses methodische Arrangement zielt darauf ab, sowohl die fachliche Urteilskompetenz als auch metakognitive Fähigkeiten zur Selbstreflexion zu entwickeln. Durch die Gegenüberstellung eigener Arbeiten mit Expertenbeispielen und systematischen Fehleranalysen schärfen die Studierenden ihren Blick für Bewegungsqualität und lernen, technische Parameter gezielt zur Steuerung der visuellen Wirkung einzusetzen.

Projektphase (Einheit 11–13)

Die Projektphase markiert den Höhepunkt des Semesters, in dem die Studierenden ihr erworbenes Wissen in einer umfassenden praktischen Arbeit anwenden. In Gruppen von zwei bis drei Personen entwickeln sie eine vollständige Animationssequenz mit mehreren Zustandsübergängen, die sowohl technische Kompetenz als auch gestalterische Qualität demonstriert.

Didaktisch basiert diese Phase auf dem *Projektbasierten Lernen*, wobei gezielt Elemente des 4C/ID-Modells integriert werden. So wiederholen die Studierenden etwa in Form von "Part-task Practice" bestimmte Teilfertigkeiten wie die IK-Korrektur oder die Optimierung von Blend-Parametern. Die Lehrperson begleitet den Prozess durch regelmäßige Coaching-Termine, in denen nicht nur technische Probleme besprochen, sondern auch die Dokumentation des Arbeitsprozesses reflektiert wird.

Besonderer Wert wird auf die Verbindung von Theorie und Praxis gelegt. Die Gruppen nutzen die in der Analysephase entwickelten Qualitätskriterien, um ihre Animationen kontinuierlich zu verbessern. Gleichzeitig dient die Projektarbeit der Vorbereitung auf die abschließende Prüfungsleistung, indem sie den gesamten Workflow von der Konzeption bis zur Implementierung abbildet.

Präsentation & Feedback (Einheit 14)

Die letzte Einheit des Semesters dient der Präsentation der Projektergebnisse und einer umfassenden Reflexion des Lernprozesses. Jede Gruppe stellt ihre Animationssequenz vor und erläutert den Entstehungsprozess, wobei besondere Herausforderungen und Lösungsstrategien im Mittelpunkt stehen.

Didaktisch kombiniert diese Abschlussphase Elemente des *Projektbasierten Lernens* mit der *Kognitiven Meisterlehre*. Die Selbstreflexion wird durch strukturierte Leitfragen unterstützt, die die Studierenden dazu anregen, ihren Kompetenzzuwachs zu analysieren. Peer-Feedback und offene Diskussionen ermöglichen einen multiperspektivischen Blick auf die Ergebnisse.

Zum Abschluss erfolgt eine Evaluation der Lehrveranstaltung, in der die Studierenden Rückmeldung zu Methoden und Aufbau geben können. Diese fließt unmittelbar in die Weiterentwicklung des Kurskonzepts für folgende Semester ein.

5.1.4 Begleitformate

Zur Unterstützung des Lernprozesses werden verschiedene begleitende Maßnahmen eingesetzt, die sich aus den theoretischen Grundlagen der verwendeten didaktischen Modelle ableiten. Wöchentlich erhalten die Studierenden ein vom Lehrenden bereitgestelltes Lernlogbuch, das die zentralen Inhalte und Vorgehensweisen zu den behandelten Techniken zusammenfasst. Dieses Dokument dient der Nachbereitung im Sinne des *Flipped Classroom*-Ansatzes und kann sowohl zur individuellen Vertiefung zu Hause als auch zur Wiederholung in späteren Unterrichtseinheiten genutzt werden.

Jede Einheit beginnt mit einer kurzen Einstiegsrunde („Check-In“), bei der die Stimmung in der Gruppe erfasst, aktuelle Fragen gesammelt und mögliche Herausforderungen der Studierenden sichtbar gemacht werden. Dies schafft nicht nur Orientierung, sondern fördert auch die Motivation und das Gemeinschaftsgefühl.

Zusätzlich wird optional ein Moodle-Forum⁵ eingerichtet, das als digitaler Raum für den Austausch zwischen Lehrperson und Studierenden sowie für das Teilen von Arbeitsergebnissen dient. Dieses Format unterstützt insbesondere die *Articulation*- und *Reflection*-Phasen der *Kognitiven Meisterlehre*, indem es kontinuierliches Feedback und Hilfestellung auch außerhalb der Präsenzzeiten ermöglicht. Für komplexe Aufgabenstellungen, wie den Export von Animationen nach Unity, werden zudem strukturierte Checklisten bereitgestellt, die dem *Scaffolding*-Prinzip folgen.

5.1.5 Prüfungsform

Die Prüfungsleistung in diesem Kurs besteht aus einer Projektarbeit mit begleitendem Reflexionsbericht, die beide stark im *Projektbasierten Lernen* verankert sind. Die Studierenden konzipieren und animieren eigenständig einen komplexen Bewegungsübergang mithilfe von Unity und Blender. Dabei dokumentieren sie alle relevanten Entwicklungsschritte und begründen sowohl ihre technischen Entscheidungen als auch ihre gestalterischen Überlegungen schriftlich. Diese Dokumentation soll nicht nur den Prozess nachvollziehbar machen, sondern die Studierenden auch dazu anregen, sich kritisch mit auftretenden Problemen und deren Lösungen auseinanderzusetzen, was ein zentrales Element der *Kognitiven Meisterlehre* und des *4C/ID-Modells* ist.

Die Bewertung folgt einem transparenten Kriterienraster mit drei Schwerpunkten:

- *Technische Umsetzung* (40%): Korrekte Implementierung der Blending-Techniken
- *Visuelle Qualität* (40%): Natürlichkeit und Kohärenz der Bewegungsübergänge
- *Prozessreflexion* (20%): Tiefe der Auseinandersetzung mit Herausforderungen

⁵Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) ist eine Open-Source-Lernplattform, die weltweit im Bildungsbereich eingesetzt wird. Sie ermöglicht die Bereitstellung von Kursmaterialien, die Durchführung von Online-Aktivitäten und die Kommunikation zwischen Lehrenden und Lernenden. [Moo]

Diese Gewichtung spiegelt den Praxisbezug der Lehrveranstaltung wider und stellt sicher, dass sowohl softwaretechnische Fertigkeiten als auch gestalterische Urteilskraft berücksichtigt werden.

5.2 Planung und Strukturierung der 90-minütigen Unterrichtseinheit

In der siebten Vorlesung lernen die Studierenden den Aufbau und die Anwendung von 1D- und 2D Blend Trees in Unity. Diese Unterrichtseinheit wurde gezielt ausgewählt, da sie einen in sich geschlossenen Themenkomplex behandelt, der keine spezifischen Vorkenntnisse aus vorangegangenen Einheiten voraussetzt. Sie ermöglicht eine ausgewogene Verbindung von theoretischem Input und praktischer Anwendung, da die vermittelten technischen Grundlagen unmittelbar in Unity umgesetzt werden können. Darüber hinaus beinhaltet das Thema typische Fehlerquellen, die sich besonders gut eignen, um eine reflexive und selbstgesteuerte Auseinandersetzung der Studierenden mit dem Lernstoff anzuregen.

Didaktische Modelle

- 4C/ID-Modell (gestufte Lernaufgaben)
- Kognitive Meisterlehre (Modelling, Coaching, Scaffolding)
- Flipped Classroom (Vorbereitung via PDF/Tutorials, die über Moodle bereit gestellt wurden)

Lernziele (SMART formuliert)

Nach der Unterrichtseinheit sind die Studierenden in der Lage:

- einen 1D Blend Tree für Geschwindigkeitsübergänge (Idle → Walk → Run) zu erstellen und mit Float-Parametern zu steuern.
- einen 2D Freeform Directional Blend Tree für Richtungswechsel zu konfigurieren.
- typische Fehler (z. B. abrupte Übergänge) zu diagnostizieren und zu beheben.

Einstiegsphase (15 Minuten)

Methoden: Flipped Classroom (Vorbereitung) und Kognitive Meisterlehre (Live-Demonstration)

Ziele:

- Aufmerksamkeit der Studierenden gewinnen
- Anknüpfung an Vorwissen (Flipped Classroom)
- Einstieg ins Thema "Blend Trees"
- Relevanz und Nutzen verdeutlichen
- Lernziele klären

Ablauf:

1. Begrüßung & Problemdarstellung (2 Min.):

Begrüßung und Einstieg über ein praxisnahes Problem: ruckelnde Übergänge zwischen Animationen. Die Relevanz von Blend Trees wird betont, indem aufgezeigt wird, wie sie dieses Problem lösen können. Ziel ist es, Interesse zu wecken und die Motivation für die heutige Lerneinheit zu fördern.

2. Videovergleich + Erklärung (4 Min.):

Vergleich von zwei Videos aus Unity: ohne Blend Tree (harte Übergänge) vs. mit Blend Tree (flüssige Übergänge).

Erklärung: "Blend Trees ermöglichen flüssige Übergänge, steuerbar über Parameter."

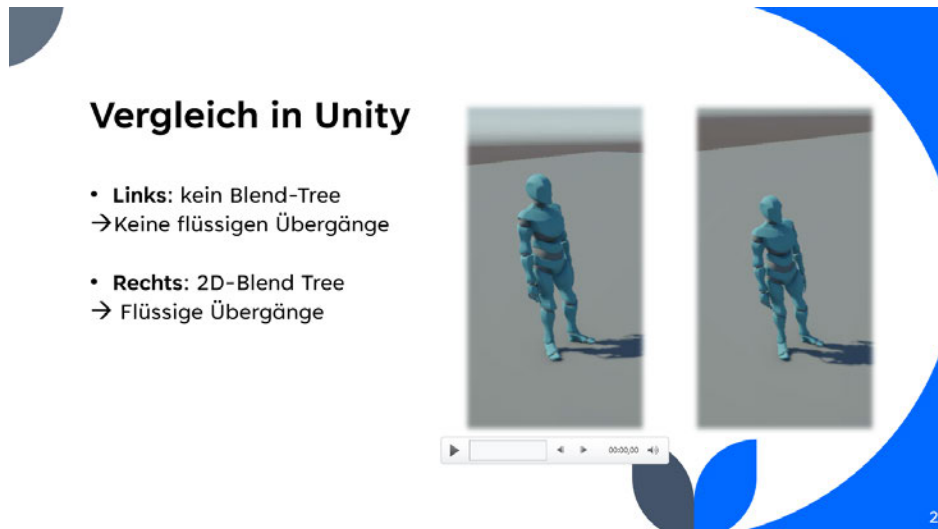
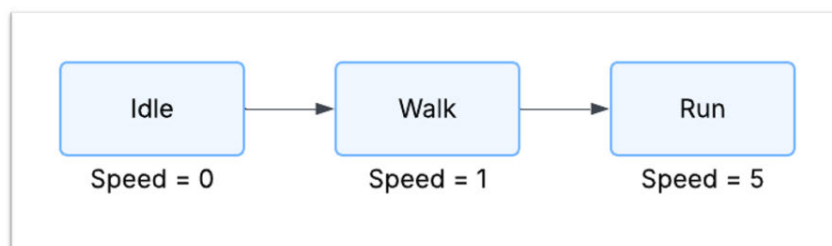


Abbildung 5.1: PowerPoint Folie 2: Videovergleich

3. Visualisierung (2 Min.):

Darstellung auf Folie: Idle (Speed=0) → Walk (Speed=1) → Run (Speed=5).

Erläuterung: "Der 1D Blend Tree interpoliert automatisch zwischen diesen Zuständen. Bei Speed=3 erhält man z. B. 50% Walk, 50% Run."



- Unity berechnet automatisch die Zwischenframes



Abbildung 5.2: PowerPoint Folie 3: Visualisierung Blend Trees

4. Lernziele (3 Min.):

Folie mit Zielen zeigen:

- Blend Trees in Unity anlegen (1D/2D)

- Parameter zur Bewegungssteuerung nutzen
- Typische Fehler erkennen

5. Vorwissenscheck (4 Min.):

Kahoot-Quiz⁶ (3 Fragen à 30 Sekunden):

- Welcher Parametertyp steuert Geschwindigkeit? → Float
- Wie heißt Unitys Animationscontroller? → Animator
- Kann ein Blend Tree mehr als zwei Animationen mischen? → Ja

Erwartetes Ergebnis:

- Studierende sind thematisch orientiert
- Verständnis der Relevanz und Ziele der Sitzung

Arbeitsphase (65 Minuten)

Struktur nach 4C/ID-Modell: gestufte Lernaufgaben von einfach bis komplex.

Teil 1: 1D Blend Tree (30 Minuten)

Methodik:

- Flipped Classroom: Begriffe bekannt
- Schritt-für-Schritt-PDF auf Moodle
- Kognitive Meisterlehre: Demo, Coaching, Feedback

Ablauf:

1. Vormachen und Erklären (10 Min.):

- Animator Controller erstellen
- Blend Tree (1D) mit Float-Parameter Speed hinzufügen
- Demonstration der Interpolation (Idle = 0, Walk = 1, Run = 5)
- Währenddessen Erklären, dass ein 1D Blend Tree einen Zahlenwert (Parameter) - hier "Speed" benötigt. Außerdem bewusst machen bei welchem Parameterwert man welche Animation sieht. (Speed 0 = Idle, Speed 1 = Walk, Speed 5 = Run)
- Gemeinsame Fehleranalyse: Während die Lehrkraft absichtlich fehlerhafte Blend Trees zeigt, identifizieren die Studierenden die Fehler

2. Übungsphase (15 Min.):

Aufgabenstellung (ebenfalls auf Folie zu sehen):

- a) Animator Controller anlegen
- b) 1D Blend Tree mit Parameter "Speed"(Typ: Float) hinzufügen
- c) Animationen (Idle, Walk, Run) einfügen
- d) Testen mit Werten (0.5, 3) - Wie wirkt der Übergang?

⁶Kahoot! ist eine webbasierte Lernplattform, die es ermöglicht, interaktive Quizze und Umfragen in Echtzeit durchzuführen, meist im Bildungs- oder Schulungskontext. Nutzer:innen können über Smartphones oder Computer teilnehmen. [Kah]

Lehrkraft coacht aktiv, indem sie herumläuft und den Studenten bei Fragen zur Verfügung steht. Währenddessen motiviert sie zum Experimentieren, indem sie darauf hinweist, auch mal die Geschwindigkeit 2.5 auszuprobieren und fragt, wie der Übergang aussieht.

Übung 1 – Aufgabenstellung

Zeit: 15 Minuten

Animator Controller anlegen

Erstellen Sie einen 1D-Blend Tree mit:

- Parameter: „Speed“ (Typ: Float)
- Animationen einfügen: Idle (0), Walk (1), Run (5)

Testen Sie mit Werten: z.B. 0.3, 2.7 – Wie wirkt der Übergang

8

Abbildung 5.3: PowerPoint Folie 8: 1. Aufgabenstellung

3. Kurze Auswertung (5 Min.):

- 1-2 gute Beispiele per Bildschirmfreigabe zeigen, insofern die Studenten damit einverstanden sind.
- Gemeinsames Sammeln von Aufgetretenen Fehlern

Erwartetes Ergebnis:

- Studierende haben funktionierende 1D Blend Trees erstellt
- Verständnis für Parametersteuerung gefestigt

Teil 2: 2D Blend Tree (35 Minuten)

Methodik:

- Projektbasiertes Lernen: realitätsnahe Problemstellung
- 4C/ID: Komplexitätssteigerung von den 1D Blend Trees und auch innerhalb des Teil 2

Ziel: Verständnis für die Steuerung von Richtung & Geschwindigkeit mittels 2D Freeform Directional Blend Trees

Ablauf:

1. Einführung (10 Min.):

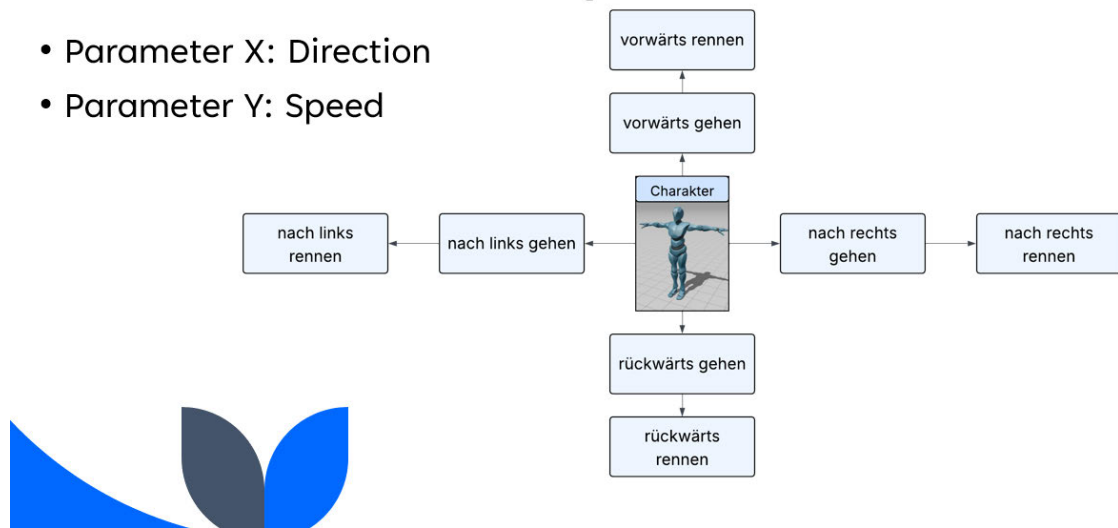
Grafische Erklärung (Kreuzschema) (siehe Folie) + Live-Demo in Unity:

- Erstellung eines 2D Blend Trees vom Typ Freeform Directional
- Kurze Erklärung der Unterschiede zwischen den Typen 2D Simple Directional, 2D Freeform Directional und 2D Freeform Cartesian (mit Hilfe von Unity selbst)
- Zwei Parameter: Direction (X), Speed (Y) erstellen
- Hinzufügen von Richtungsanimationen

- Mit Parametern testen

2D-Blend Tree - Prinzip

- Parameter X: Direction
- Parameter Y: Speed



11

Abbildung 5.4: PowerPoint Folie 11: Visualisierung eines 2D Blend Trees

2. **Praxisaufgabe (20 Min.):** Aufgabenstellung (auch auf den Folien zu finden):
 - a) Blend Tree auf 2D Freeform Directional umstellen
 - b) Nutzen der Parameter: X-Achse:Direction und Y-Achse: Speed
 - c) Drei Richtungsanimationen einfügen (z. B. Vorwärts, Links, Rückwärts)
 - d) Für Fortgeschrittene: Skript von Moodle herunterladen und ins Projekt ziehen.
Versuchen Rückwärtsbewegung mit Tastenklicken hinzuzufügen.
3. **Reflexion (5 Min.):**
Austausch über Schwierigkeiten und Lösungsstrategien

Erwartetes Ergebnis:

- Studierende beherrschen das Prinzip des 2D Blend Trees
- Funktionierende Bewegungssteuerung mit zwei Parametern erstellt

Abschlussphase (10 Minuten)

Methoden: Constructive Alignment - Überprüfung der Lernziele

Ziel: Reflexion, Wiederholung und Transfer

Ablauf:

1. **Rückblick & Fragerunde (5 Min.):**
Austausch: "Was war besonders herausfordernd oder überraschend?"
2. **Zusammenfassung durch Lehrkraft (3 Min.):**
 - Blend Trees ermöglichen flüssige Animationen mit wenig Code
 - 1D für Geschwindigkeit, 2D für Richtung + Geschwindigkeit
 - Typische Fehler: falsche Parameter, schlechte Verteilung
3. **Feedback & Ausblick (2 Min.):**



Abbildung 5.5: PowerPoint Folie 15: Zusammenfassung der Unterrichtseinheit

- Digitale Abstimmung: “Wie sicher fühlt ihr euch?”
- Ausblick auf nächste Einheit: Animation Layers, Root Motion

Erwartetes Ergebnis:

- Umsetzung von 1D- und 2D Blend Trees
- Basiswissen für komplexere Bewegungssteuerung und nächste Einheit ist gelegt

Begleitmaterialien

- Flipped-Classroom-PDF: Grundlagen zu Blend Trees mit Definitionen, Schritt-für-Schritt-Anleitungen, typischen Fehlern und Check-Listen (Moodle)
- Skript für 2D Blend Trees wird auf Grund von Zeitmangel bereits zur Verfügung gestellt (Moodle)
- PowerPoint: Visualisierungen & Aufgabenstellungen während der Stunde
- Animationen für alle Richtungen von Mixamo bereitgestellt (Moodle)

6 Evaluation

Die Evaluation dient dazu, das entwickelte Unterrichtskonzept und die ausgearbeitete Unterrichtseinheit zum Thema *Blend Trees* auf ihre didaktische Qualität, Praxistauglichkeit und Fehlerprävention hin zu überprüfen. Im Folgenden wird die konkrete Vorgehensweise zur Durchführung der Evaluation beschrieben.

6.1 Durchführung der Evaluation

Zur Überprüfung der didaktischen Qualität und praktischen Umsetzbarkeit des entwickelten Unterrichtskonzepts und der Unterrichtseinheit wurde eine qualitative Evaluation mit lehrerfahrenen Expert:innen durchgeführt. Der folgende Abschnitt beschreibt das Evaluationsdesign, die zugrunde liegende Forschungsfrage samt Hypothesen, die Zielsetzung sowie das methodische Vorgehen und den Ablauf der Interviews.

6.1.1 Forschungsfrage und Hypothesen

Die Evaluation dient der Beantwortung der zentralen Forschungsfrage:

Wie kann ein Unterrichtskonzept zum Thema Animation Blending mit Blender und Unity didaktisch gestaltet werden, um von Expert:innen als logisch strukturiert, praxisrelevant und fehlerpräventiv bewertet zu werden?

Auf Grundlage dieser Fragestellung wurden folgende Hypothesen formuliert:

- **H1:** Die Unterrichtseinheit und das Gesamtkonzept wird von lehrerfahrenen Expert:innen als verständlich, sinnvoll strukturiert und inhaltlich kohärent eingeschätzt.
- **H2:** Die Kombination aus Theorievermittlung, praktischer Anwendung und Fehleranalyse wird von den Expert:innen als lernförderlich beurteilt.
- **H3:** Die Einbindung typischer Fehlerbilder wird von Expert:innen als geeignete Methode eingeschätzt, um die Fehlersensibilisierung der Studierenden zu fördern.
- **H4:** Die Auswahl und Kombination der didaktischen Modelle (z.,B. 4C/ID, Kognitive Meisterlehre, Flipped Classroom, PBL) in der Unterrichtseinheit und im Gesamtkonzept werden von Expert:innen als stimmig, wirksam und auf den Kompetenzaufbau ausgerichtet eingeschätzt.

6.1.2 Begründung des Evaluationsdesigns

Da die durchführende Person über keine eigene Lehrerfahrung verfügt, könnte ein Test mit Studierenden eher das eigene didaktische Handeln als das Konzept bewerten. Qualitative Interviews mit Expert:innen ermöglichen hingegen valide Aussagen zur Machbarkeit und Qualität der Unterrichtseinheit. Darüber hinaus liefert das Expertenfeedback konkrete Hinweise auf Optimierungspotenzial.

6.1.3 Zielsetzung der Evaluation

Die Evaluation verfolgt folgende Ziele:

- **Verständlichkeit & Struktur** (H1): Wird die Unterrichtseinheit als klar, nachvollziehbar und kohärent wahrgenommen?
- **Lernförderlichkeit** (H2/H3): Fördert die Kombination von Theorie, Praxis und Fehleranalyse den Kompetenzerwerb?
- **Didaktische Kohärenz** (H4): Ist die Auswahl und Kombination der didaktischen Modelle stimmig und lernwirksam?

6.1.4 Methodisches Vorgehen

Die Erhebung erfolgt mittels qualitativer, leitfadengestützter Experteninterviews.

Stichprobe:

- Anzahl: 8 Expert:innen (qualitative Sättigung⁷)
- Kriterium: Lehrerfahrung im Bereich Medieninformatik auf Hochschulebene

6.1.5 Ablauf der Evaluation

1. Kurzvorstellung der didaktischen Modelle

Zu Beginn erhalten die Expert:innen eine kurze Erläuterung der vier im Konzept verwendeten didaktischen Modelle. Zusätzlich werden zentrale Begriffe wie *Animation Blending*, *1D- und 2D-Blend-Tree*, *klassischer Dreischnitt*, *SMART-Formulierung* sowie *Constructive Alignment* definiert, da deren Verständnis nicht vorausgesetzt werden kann. Zudem erhalten die Interviewten eine begleitende PDF mit Definitionen, auf die sie während des gesamten Interviews jederzeit zurückgreifen können.

2. Konzeptvorstellung

Anschließend wird das Gesamtkonzept und die Unterrichtseinheit selbst vorgestellt. Beispielmateriale wie PowerPoint-Präsentationen und PDF-Zusammenfassungen werden demonstriert.

3. Eigenständige Materialprüfung

Die Expert:innen erhalten Zeit, um die Materialien selbstständig zu prüfen und sie in Ruhe zu verstehen.

4. Interviewphase

In der Interviewphase werden nun die Fragen gestellt. Die Fragen bestehen aus geschlossenen Fragen in Form einer Likert-Skala⁸, offene Fragen sowie gezielte Nachfragen. Vor Beginn wird das Einverständnis zur Tonaufnahme eingeholt; die Aufnahmen werden nach Abgabe der Arbeit gelöscht.

5. Abschluss

Zum Schluss erfolgt eine kurze Zusammenfassung der Hauptaussagen des Gesprächs sowie ein Dank an die Teilnehmenden.

⁷Bei der qualitativen Sättigung werden so lang Daten erhoben, bis keine neuen inhaltlich relevanten Erkenntnisse mehr auftreten.

⁸Die Likert-Skala misst subjektive Einstellungen anhand abgestufter Zustimmung, z. B. von 1 (trifft nicht zu) bis 5 (trifft voll zu).

Interviewleitfaden

Einstiegsfrage (Überblick und Struktur)

- **Frage 1:** Wie logisch und nachvollziehbar finden Sie den Aufbau des Gesamtkonzepts und der Unterrichtseinheit selbst?
Bewerten Sie auf einer Skala von 1 (unklar) bis 5 (klar) und begründen Sie dann.
Nachfrage: Welche Elemente würden Sie ergänzen oder streichen?
Ziel: Konkrete Bewertung der Struktur (H1)

Didaktische Methoden (H4 & H2)

- **Frage 2:** Wie schätzen Sie die Kombination aus 4C/ID-Modell, Kognitiver Meisterlehre, PBL und Flipped Classroom ein? Trägt sie zum Kompetenzaufbau bei?
Bewerten Sie auf einer Skala von 1 (unpassend) bis 5 (passend) und begründen Sie dann.
Nachfrage: Würden Sie ein Modell ergänzen oder ersetzen?
Ziel: Prüfung der Methodenkombination (H4)
- **Frage 3:** Wie gut gelingt der Wechsel zwischen Theorie und Praxis, bezogen auf die konkrete Unterrichtseinheit und das Gesamtkonzept?
Bewerten Sie von 1 (schlecht) bis 5 (sehr gut) und begründen Sie dann.
Ziel: Theorie-Praxis-Balance (H2)
- **Frage 4:** Wie schätzen Sie die Aktivierung und Beteiligung der Studierenden während der Sitzung ein?
Bewerten Sie auf einer Skala von 1 (wenig Beteiligung/Mitarbeit) bis 5 (viel Beteiligung/Mitarbeit) und begründen Sie dann.
Ziel: Lernwirksamkeit der Methoden (H2/H4)

Fehlerprävention & Praxisphasen (H3 & H2)

- **Frage 5:** Wie bewerten Sie die Einbindung typischer Fehlerquellen und deren Bearbeitung im Unterrichtskonzept und der Unterrichtseinheit?
Bewerten Sie einmal auf einer Skala von 1 (nicht erkennbar) bis 5 (deutlich erkennbar) und einmal auf der Skala 1 (ungeeignet) bis 5 (sehr geeignet) und begründen Sie dann.
Ziel: Fehlersensibilisierung (H3)
- **Frage 6:** Sind die Übungsphasen Ihrer Meinung nach lang genug, um das Gelernte anzuwenden?
Bewerten Sie auf einer Skala von 1 (viel zu kurz) bis 5 (passt perfekt) und begründen Sie dann.
Ziel: Praxisorientierung (H2)

Materialien & Medien (H4)

- **Frage 7:** Wie hilfreich sind die bereitgestellten Materialien (z. B. PDF, Präsentation) für die Unterrichtsdurchführung und das Verständnis?
Bewerten Sie auf einer Skala von 1 (nicht hilfreich) bis 5 (sehr hilfreich) und begründen Sie dann.
Ziel: Bewertung der Materialqualität (H4)

Abschlussfragen (Querschnitt und Reflexion)

- **Frage 8:** Welches Element der Einheit halten Sie für besonders lernförderlich?
Ziel: Identifikation von Best-Practices
- **Frage 9:** Wo sehen Sie die größte Stärke und Schwäche des Gesamtkonzepts und der Unterrichtseinheit?
Ziel: Zusammenfassende Reflexion
- **Frage 10:** Haben Sie sonst noch irgendwelche Anmerkungen?
Ziel: Ergänzende Hinweise

Diese strukturierte Vorgehensweise ermöglicht eine gezielte und hypothesengeleitete Evaluation der Unterrichtseinheit und des -konzepts mit Fokus auf Struktur, didaktische Qualität und lernwirksame Gestaltung.

6.2 Darstellung der Ergebnisse

Zur Überprüfung der in Kapitel 6.1.1 formulierten Hypothesen und zur Beantwortung der zentralen Forschungsfrage wurde eine qualitative Evaluation in Form leitfadengestützter Expert:inneninterviews durchgeführt. Insgesamt acht Expert:innen mit Lehrerfahrung in der Hochschullehre wurden befragt, um das entwickelte Unterrichtskonzept und die ausgearbeitete Unterrichtseinheit hinsichtlich ihrer Struktur, didaktischen Wirksamkeit und Umsetzbarkeit zu bewerten.

Die Interviews umfassten zehn Fragen, davon sieben geschlossene Aussagen mit Skalenbewertung sowie drei offene Fragen zur vertieften Einschätzung. Die Skalenfragen wurden quantitativ auf einer fünfstufigen Likert-Skala (1 = „trifft gar nicht zu“ bis 5 = „trifft voll zu“) analysiert. Ergänzend wurden die offenen Antworten sowie die Begründungen zu den Skalenbewertungen inhaltlich einbezogen und thematisch gruppiert.

Zur Beschreibung der Ergebnisse wurden für jede geschlossene Frage der Mittelwert (M) als Maß der zentralen Tendenz sowie die Standardabweichung (SD) als Maß der Streuung der Antworten berechnet. Eine geringe Standardabweichung weist auf eine hohe Übereinstimmung zwischen den Bewertungen hin, während eine hohe Streuung auf unterschiedliche Einschätzungen der Befragten hindeutet.

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt im Folgenden entlang der einzelnen Interviewfragen und orientiert sich an den vier Hypothesen (H1-H4), die sich aus der Forschungsfrage ableiten. Zunächst werden die Skalenbewertungen zusammengefasst (Mittelwert, Standardabweichung, Verteilung), anschließend werden typische oder abweichende Aussagen exemplarisch aufgeführt. Die Interpretation der Ergebnisse sowie deren theoretische Einordnung erfolgen im anschließenden Kapitel 7 Diskussion.

Frage 1: Logische Struktur und Nachvollziehbarkeit (H1)

Zur Einschätzung der konzeptionellen Struktur wurden die Expert:innen gebeten, den Aufbau des Gesamtkonzepts und der Unterrichtseinheit auf einer Skala von 1 (unklar) bis 5 (klar) zu bewerten und ihre Einschätzung zu begründen. Die Bewertungen fielen durchweg positiv aus: Der Mittelwert betrug $M = 4,6$ bei einer Standardabweichung von $SD = 0,5$. Fünf von acht Befragten vergaben die Bestnote 5, drei weitere die Note 4.

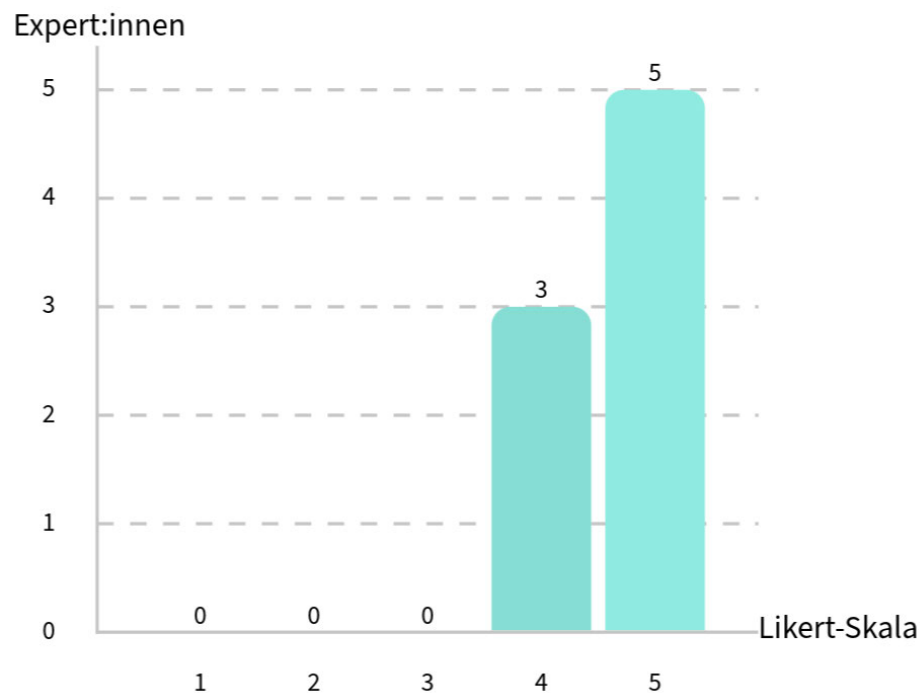


Abbildung 6.1: Diagramm Skala-Auswertung: Frage 1

Die Struktur der Einheit wurde mehrfach als nachvollziehbar, didaktisch fundiert und gut durchdacht beschrieben. Besonders hervorgehoben wurde, dass die Inhalte logisch aufeinander aufbauen und sich gut in den Gesamtzusammenhang einfügen:

„Es ist alles sehr gut verständlich, und die Konzepte fließen alle sehr gut ein.“ (P3)

„Das Konzept ist auf jeden Fall flüssig, und der Grundaufbau ist nachvollziehbar.“ (P4)

„Der Aufbau folgt bekannten Grundprinzipien der Didaktik und der Lehre, und es ist logisch nachvollziehbar, wie alles aufeinander aufbaut.“ (P5)

„Es ist von Anfang an klar, wie das Ganze strukturiert ist - logisch und nachvollziehbar.“ (P6)

Einzelne Hinweise betrafen noch Unklarheiten in der Abgrenzung von Verantwortlichkeiten im Selbststudium:

„Auf jeden Fall logisch und nachvollziehbar, aber bei der Analyse und Reflexion sowie den Selbstlernaufgaben sieht man nicht so gut, was nun die Lehrperson und was die Studierenden machen. Das sollte man im Gesamtkonzept etwas deutlicher darstellen. In der Unterrichtseinheit ist das deutlich erkennbar.“ (P8)

Insgesamt wurde die Einheit in Bezug auf Aufbau und Nachvollziehbarkeit sehr positiv bewertet. Gleichzeitig zeigte sich, dass das Gesamtkonzept noch stärker konkretisiert werden könnte, insbesondere bei der Zuständigkeitsverteilung zwischen der Lehrperson und den Studierenden in den Selbstlernphasen.

Frage 2: Kombination didaktischer Modelle (H4)

In Bezug auf den Wechsel von Theorie- und Praxisanteilen bewerteten die Expert:innen den didaktischen Aufbau der Einheit insgesamt positiv. Der Mittelwert der Skalenbewertungen lag bei $M = 4,4$ bei einer Standardabweichung von $SD = 0,8$. Sieben von acht Personen vergaben eine 4 oder 5, wobei die Höchstbewertung überwog. Lediglich eine Bewertung fiel mit der Note 3 moderater aus.

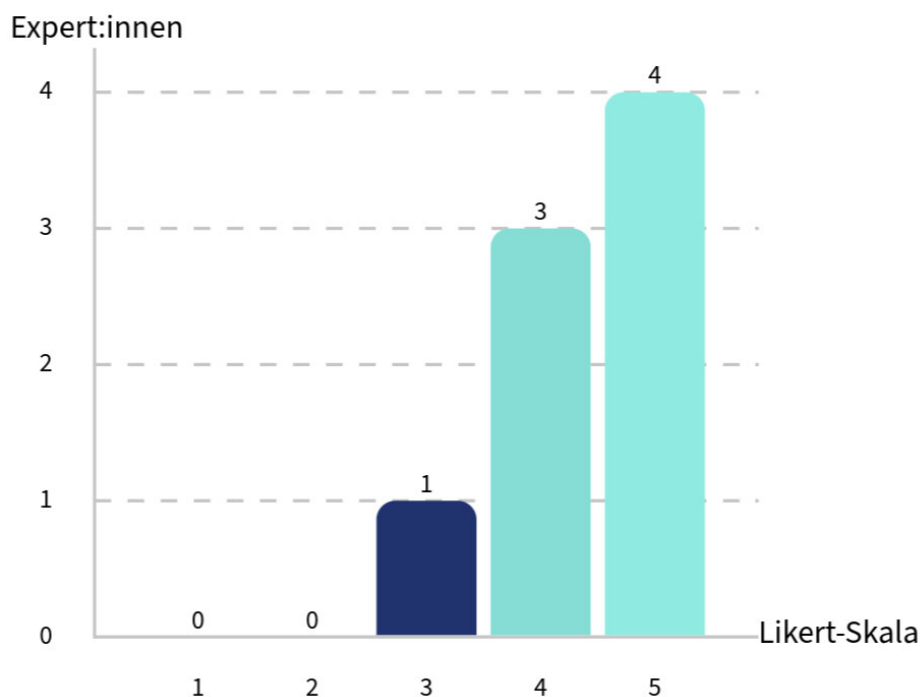


Abbildung 6.2: Diagramm Skala-Auswertung: Frage 2

Diese geringere Einschätzung wurde damit begründet, dass die Effektivität des Theorie-Praxis-Wechsels stark von der aktiven Aufmerksamkeit der Studierenden während der Live-Demonstrationen abhängt (P1). Wenn diese nicht aufmerksam folgen, müsse das Gezeigte in der anschließenden Übungsphase nochmals erklärt werden wodurch sich der Ablauf verzögere und den Lerneffekt mindern könne.

Inhaltlich bestätigten mehrere Aussagen die grundsätzliche Stärke dieses Wechsels. Besonders positiv hervorgehoben wurde der didaktische Rhythmus aus „Vormachen und Selbstanwenden“, der laut P8 den Kompetenzaufbau gezielt unterstützt. Auch der Aufbau der Einheit mit der schrittweisen Einführung von 1D- und 2D-Blend Trees wurde als didaktisch sinnvoll beschrieben (P4).

Neben diesen positiven Einschätzungen wurden auch kritische Aspekte formuliert. So wurde etwa bemängelt, dass die Zeit für vertiefte Reflexion und Fehleranalysen nicht ausreiche, wodurch nur oberflächliche Rückmeldungen möglich seien (P6). Darüber hinaus äußerte ein:e Befragte:r (P4) Unsicherheit über den tatsächlichen Umfang der Theoriephasen, da noch unklar sei, welche Inhalte durch den Flipped-Classroom-Ansatz im Vorfeld abgedeckt werden und welche in der Präsenzzeit vermittelt werden sollen.

Frage 3: Theorie-Praxis-Wechsel (H2)

Der Wechsel zwischen theoretischen und praktischen Phasen wurde mit einem Mittelwert von $M = 4,4$ ($SD = 0,8$) ebenfalls positiv bewertet. Sieben von acht Expert:innen vergaben eine 4 oder 5, wobei 5 überwog. Es wurde erneut nur eine 3 vergeben. Der/Die Proband:in mit dieser Bewertung hat darauf aufmerksam gemacht, dass es sehr von den Studierenden abhängt. Sollten sie bei den Live-Demonstrationen nicht aufpassen, müsse man in der Übungsphase erneut alles erklären.

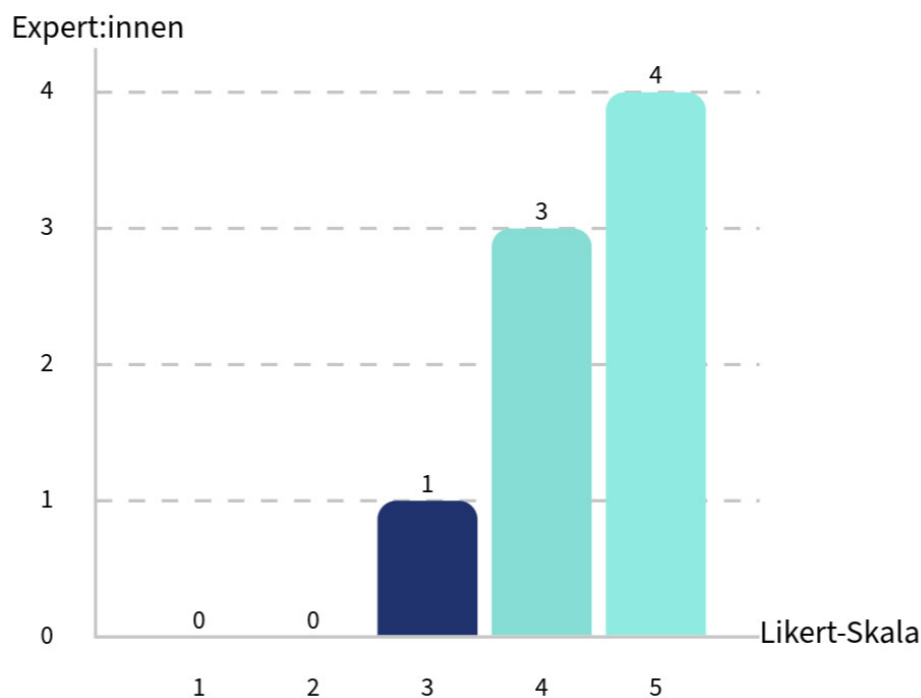


Abbildung 6.3: Diagramm Skala-Auswertung: Frage 3

Im qualitativen Teil wurde hervorgehoben, dass der Wechsel zwischen „Vormachen und Selbstanwenden“ den Kompetenzaufbau unterstütze (P8) und die „Steigerung von 1D- zu 2D-Blend Trees“ als didaktisch sinnvoll empfunden werde (P4). Kritikpunkte betrafen insbesondere die begrenzte Reflexionszeit, wodurch Fehleranalysen nur oberflächlich bleiben (P6),

sowie den potenziellen Zeitverlust durch Wiederholungen bei Unaufmerksamkeit (P1). Proband:in 4 war sich noch unsicher, wie „ausufernd die Theoriephasen sind“, da noch unklar ist, was der Flipped Classroom alles beinhaltet.

Frage 4: Aktivierung der Studierenden (H2/H4)

Die Aktivierung der Studierenden durch didaktische Maßnahmen wurde mit einem Mittelwert von $M = 3,6$ bewertet ($SD = 0,8$) und damit eher verhalten eingeschätzt. Vier der acht befragten Expert:innen vergaben die Bewertung 3, drei weitere eine 4, lediglich eine Person entschied sich für die Höchstbewertung 5.

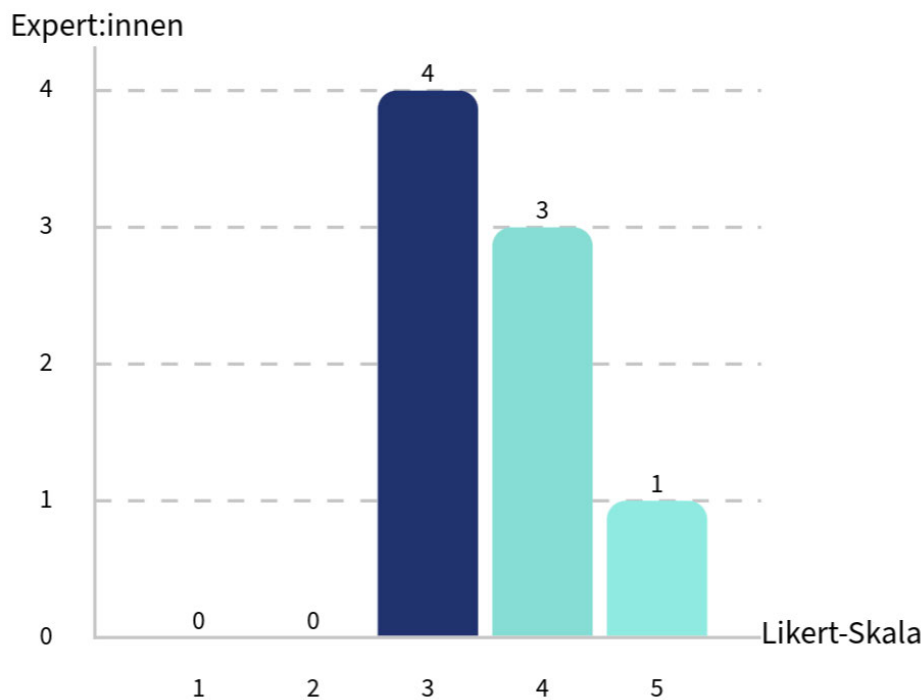


Abbildung 6.4: Diagramm Skala-Auswertung: Frage 4

In den offenen Rückmeldungen wurde die Einbindung interaktiver Elemente grundsätzlich positiv bewertet. So wurde etwa hervorgehoben, dass Kahoot-Quizze die Beteiligung erhöhen (P2) und dass Zusatzaufgaben für schneller arbeitende Studierende hilfreich seien, um Überforderung der übrigen Gruppe zu vermeiden und die schnelleren Studierenden nicht zu verlieren (P1, P3). Gleichzeitig wiesen mehrere Expert:innen auf Grenzen der Aktivierungsmöglichkeiten hin: So würden sich introvertierte Studierende bei Peer-to-Peer-Aktivitäten oft weniger einbringen (P3).

Ein zentraler Aspekt, der mehrfach betont wurde, ist die starke Abhängigkeit der Aktivierung vom Verhalten der Studierenden selbst. Zwar sei das Konzept methodisch geeignet, um Beteiligung zu fördern, doch in der Umsetzung sei dies schwer vorhersehbar. Ein Proband fasste es wie folgt zusammen:

„Die Vorbereitung ist gut, aber aus Erfahrung kann man sagen, dass die eigentliche Beteiligung der Studierenden gering ausfällt.“ (P4)

In diesem Zusammenhang wurde auch die Verbindlichkeit des Moduls thematisiert. Mehrere Befragte waren der Ansicht, dass die Aktivierung höher ausfallen dürfte, wenn es sich um ein frei gewähltes Wahlpflichtmodul handelt.

„Wenn es ein Modul ist, für das sich die Studierenden freiwillig entscheiden, dann wird die Beteiligung definitiv höher sein.“ (P6)

Zudem betonten viele Proband:innen die fehlende extrinsische Motivation bei der Bearbeitung freiwilliger Aufgaben. Als Lösungsmöglichkeit wurde vorgeschlagen, verpflichtende Zwischenabgaben zu integrieren, um die Beteiligung gezielter abzusichern.

Frage 5: Einbindung typischer Fehlerquellen (H3)

Die Einschätzung zur Einbindung typischer Fehlerquellen erfolgte anhand zweier Teilaspekte: Erkennbarkeit der Fehlerbilder und deren Eignung zur Förderung der Fehlersensibilität. Die Bewertungen fielen insgesamt sehr positiv aus. Für die Erkennbarkeit lag der Mittelwert bei $M = 4,5$ ($SD = 0,5$), für die Eignung bei $M = 4,4$ ($SD = 0,7$). Während die Erkennbarkeit ausschließlich mit 4 oder 5 bewertet wurde, vergaben fünf der acht befragten Expert:innen für die Eignung sogar die Bestnote 5. Diese Ergebnisse sprechen für eine hohe Zustimmung zur gewählten Methode.

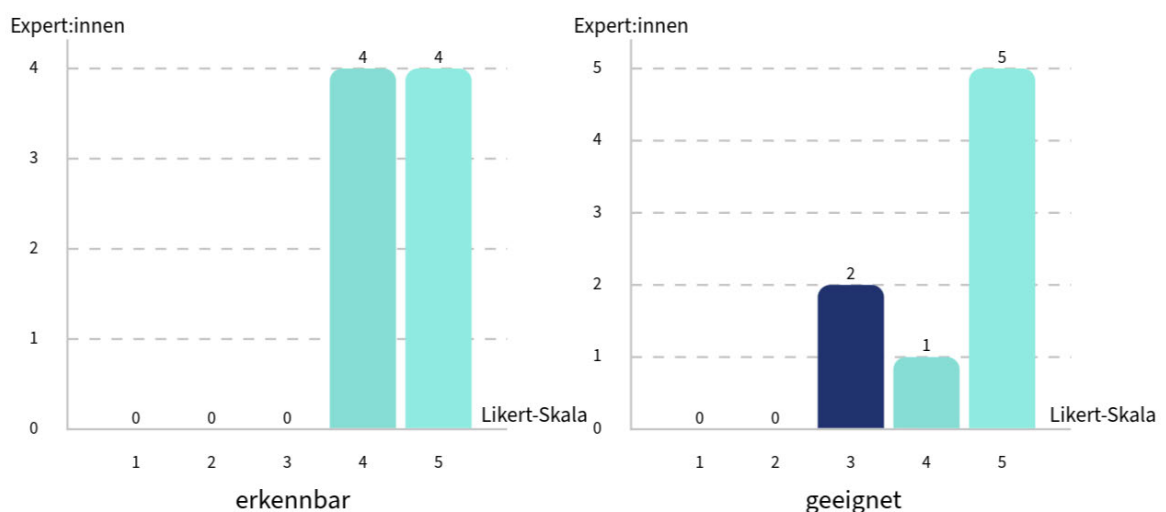


Abbildung 6.5: Diagramm Skala-Auswertung: Frage 5

Auch inhaltlich wurde die kritische Auseinandersetzung mit typischen Fehlern mehrfach als besonders lernwirksam hervorgehoben. Einige Rückmeldungen betonten, dass dieser Ansatz im Lehralltag oft unterschätzt werde:

„Fehlerquellen aktiv einzubinden, schult das kritische Denken.“ (P3)

„Das bewusste Streuen typischer Fehler eignet sich sehr gut, um mit den Studierenden ins Gespräch zu kommen. Das führt zu einer aktiven Auseinandersetzung.“ (P4)

„Fehlerbeispiele geben Sicherheit. Sie bieten einen Ankerpunkt, an dem sich Lernende orientieren können. Das wirkt sich positiv auf die Motivation aus.“ (P6)

Gleichzeitig wurden auch Herausforderungen angesprochen. Kritisch wurde angemerkt, dass die Besprechung aller Fehlerquellen in der zur Verfügung stehenden Zeit kaum vollständig umsetzbar sei (P5, P8). Zudem äußerte ein:e Befragte:r Zweifel daran, ob Lernende tatsächlich aus den Fehlern anderer auf die eigenen schließen können. Dies sei didaktisch nicht selbstverständlich gegeben (P8).

Frage 6: Dauer der Übungsphasen (H2)

Die Einschätzung zur Angemessenheit der Übungszeit fiel insgesamt zurückhaltender aus als bei den vorherigen Fragen. Der Mittelwert lag bei $M = 3,8$ bei einer vergleichsweise hohen Standardabweichung von $SD = 1,1$. Fünf der acht Expert:innen bewerteten die Übungszeit mit 4 oder 5, während zwei eine 3 und eine Person lediglich eine 2 vergaben.

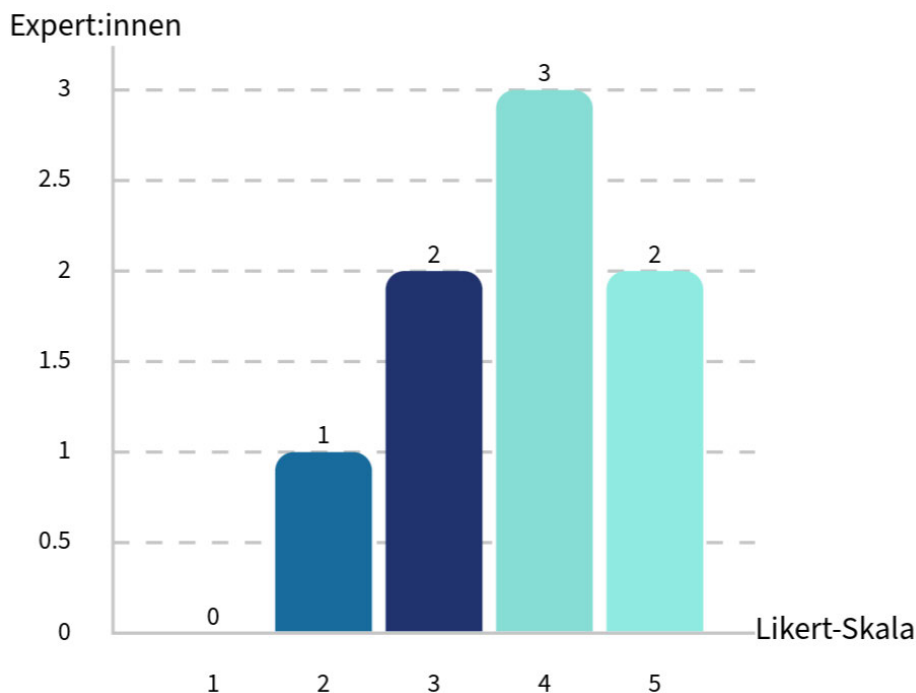


Abbildung 6.6: Diagramm Skala-Auswertung: Frage 6

Diese gemischten Bewertungen spiegeln sich auch in den qualitativen Rückmeldungen wider. Einige der Befragten bezeichneten die Zeitplanung grundsätzlich als „realistisch“, jedoch nur unter der Voraussetzung, dass keine technischen Probleme auftreten (P4). Andere äußerten deutlich den Wunsch nach ausreichenden Pufferzeiten, um Verzögerungen abfangen zu können.

Besonders kritisch wurde angemerkt, dass im aktuellen Gesamtkonzept lediglich eine einzige Puffereinheit vorgesehen sei und in der konkreten Unterrichtseinheit gar keine zeitlichen Reserven eingeplant wurden, was aus Sicht mehrerer Expert:innen in der Praxis zu erheblichen Problemen führen könne:

„Wenn die Lehrperson krank ist oder Feiertage wegfallen, reicht eine einzige Pufferereinheit nicht aus.“ (P6)

„In den 90 Minuten sind keine Reserven eingeplant, dabei wird man sie definitiv brauchen.“ (P4)

Auch die Übungsphasen selbst wurden als zeitlich knapp bemessen bewertet, insbesondere für unerfahrene Studierende. Mehrere Expert:innen betonten, dass Lernende beim erstmaligen Anwenden deutlich mehr Zeit benötigten, als oft angenommen:

„Es ist häufig so, dass Studierende, wenn sie das erste Mal etwas umsetzen sollen, erfahrungsgemäß länger brauchen, als Lehrpersonen es vermuten.“ (P4)

Darüber hinaus wurde auf mögliche Schwierigkeiten bei der Taktung hingewiesen. Vor allem sehr kurze Zeitslots könnten schwer einzuhalten sein:

„Es könnte herausfordernd sein, sich an die kleineren Zeitslots wie 2 Minuten zu halten.“ (P7)

Zusammenfassend zählt die Zeitplanung, insbesondere in den Übungsphasen, zu den am häufigsten genannten Schwachstellen des Konzepts. Dabei wurde jedoch auch betont, dass sich die Kritik nicht ausschließlich auf die Übungszeit beschränkt: Auch die Einstiegs- und Abschlussphasen wurden als zeitlich knapp kalkuliert beschrieben.

Frage 7: Qualität der Materialien (H4)

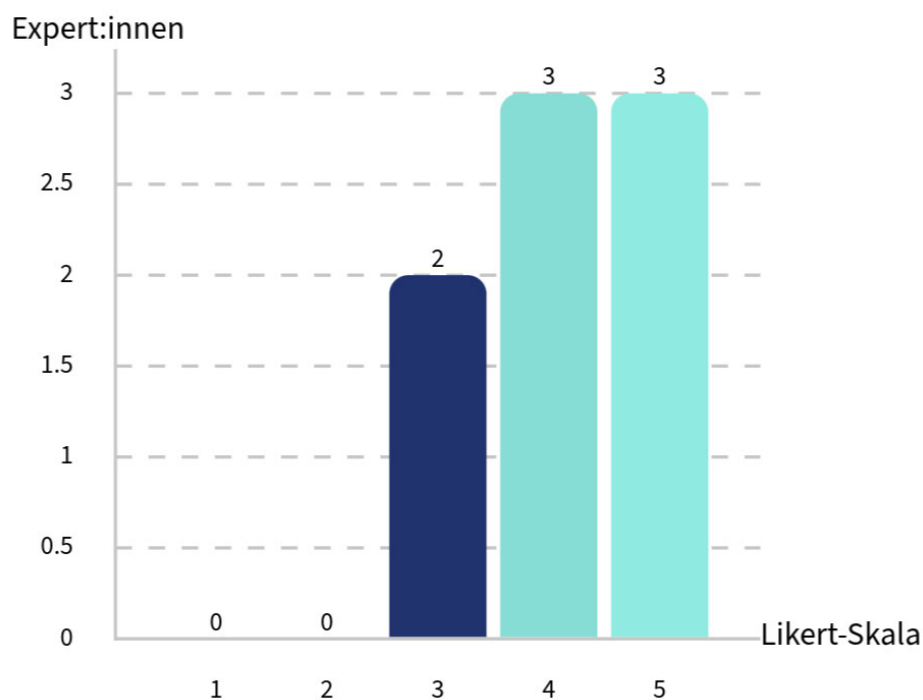


Abbildung 6.7: Diagramm Skala-Auswertung: Frage 7

Die Qualität der eingesetzten Materialien, etwa der PDF-Dokumente und Präsentationsfolien, wurde mit einem Mittelwert von $M = 4,1$ bei einer Standardabweichung von $SD = 0,9$ insgesamt positiv bewertet. Sechs der acht befragten Expert:innen vergaben eine Bewertung von 4 oder 5, zwei weitere eine 3.

Mehrere Befragte beschrieben die PDF als gut strukturiert und hilfreich zur Begleitung der Einheit. Auch die Präsentationsfolien wurden als prägnant und inhaltlich klar wahrgenommen. So hieß es beispielsweise:

„Die Folien fassen die Kernpunkte gut zusammen.“ (P3)

Kritisch wurde jedoch mehrfach angemerkt, dass die PowerPoint-Folien allein nicht ausreichen, um den Stoff nachzuvollziehen, wenn Studierende eine Sitzung versäumt haben (P4, P8):

„Folien sind als Begleitmaterial für die Vorlesung selbst sehr gut gestaltet, aber wenn jemand aus irgendeinem Grund nicht teilnehmen konnte, dann ist vermutlich zu wenig Theorie enthalten, um die Einheit eigenständig nachzuvollziehen.“ (P4)

Darüber hinaus wurde der Wunsch nach ergänzenden Videoinhalten oder zusätzlichen visuellen Materialien geäußert (P7). Ein:e weitere:r Proband:in empfahl, die einzelnen Schritt-für-Schritt-Anleitungen im PDF-Material ausführlicher und klarer zu formulieren, um das selbstständige Arbeiten zu erleichtern (P2).

Insgesamt zeigen die Rückmeldungen, dass die vorhandenen Materialien in ihrer Struktur positiv wahrgenommen werden, aber noch Erweiterungspotenzial im Hinblick auf Nachvollziehbarkeit und Selbstlerntauglichkeit besteht, besonders bei versäumter Teilnahme oder zur vertiefenden Nachbereitung.

Fragen 8-10: Weitere qualitative Erkenntnisse

Neben den skalierten Fragen 1 bis 7 wurden im Rahmen der Expert:inneninterviews drei offene Fragen gestellt, um zusätzliche Einschätzungen zur Lernwirksamkeit, zu wahrgenommenen Stärken und Schwächen sowie zu weiterführenden Anregungen zu erheben. Diese qualitativen Rückmeldungen ergänzen die hypothesenbezogene Auswertung und liefern praxisnahe Hinweise für die Optimierung des Unterrichtskonzepts.

Frage 8: Lernförderliche Elemente

Auf die Frage, welche Elemente der Unterrichtseinheit als besonders lernförderlich wahrgenommen wurden, nannten mehrere Expert:innen insbesondere die Praxisphasen mit direktem Anwendungsbezug (P1, P4, P5, P7, P8). Auch die Einbindung von Fehleranalysen und Reflexionsaufgaben wurde mehrfach positiv hervorgehoben (P2, P6). Zudem wurde betont, dass Zusatzaufgaben für schneller arbeitende Studierende eine sinnvolle Möglichkeit bieten, unterschiedliche Lerngeschwindigkeiten zu berücksichtigen (P1, P3, P7).

„Definitiv die Praxisphase, in der die Studierenden selbst üben und sich mit dem Neuerlernten auseinandersetzen. Man kann ausprobieren, hat aber auch die Möglichkeit, sich bei Problemen an die Lehrperson zu wenden.“ (P4)

„Fehler erkennen zu lernen, also der Reflexionsteil, ist das Wertvollste. Die ‚Hilfe zur Selbsthilfe‘ ist entscheidend, damit die Studierenden selbst gute Qualität erreichen können.“ (P6)

„Die Zusatzaufgabe mit dem Skript ist sehr gut. Gerade weil sie optional ist. Sie passt nicht mehr in den Zeitplan, ist aber wichtig. Gut, dass es eine Option für die schnellen Studierenden gibt.“ (P7)

Die Rückmeldungen zeigen, dass praktische Anwendungsmöglichkeiten, Reflexionsphasen und differenzierende Aufgabenformate als besonders hilfreich für den Lernerfolg angesehen werden. Dabei wurde sowohl die Möglichkeit zur individuellen Vertiefung als auch zur eigenständigen Problemlösung positiv bewertet.

Frage 9: Wahrgenommene Stärken und Schwächen

Im Rahmen der Einschätzung zu den Stärken und Schwächen des Gesamtkonzepts und der Unterrichtseinheit wurden insbesondere die praxisnahe Ausrichtung, der Wechsel zwischen Theorie und Anwendung sowie die Fehleranalyse als positive Merkmale hervorgehoben. Auch der vielfältige Methodenmix wurde mehrfach gelobt:

„Der Mix aus Theorie und Praxis mit dem Vormachen und danach Selbstmachen ist sehr gelungen.“ (P2)

„Die Methoden holen die Leute immer wieder ab oder sorgen für eine Wachphase.“ (P5, P7)

„Dass die Lernziele und die Methoden im Sinne des Constructive Alignments so aufeinander abgestimmt sind, dass die Studierenden nicht nur davon gehört haben, sondern auch praktisch arbeiten und mit Fehlerquellen umgehen können.“ (P4)

„Die viele Interaktion mit den Studierenden fördert die Aufmerksamkeit.“ (P7)

Kritisch beurteilt wurden dagegen vor allem die zeitliche Dichte der Einheit und des Gesamtkonzepts im Hinblick auf weniger erfahrene Studierende (P2, P6, P7). Zudem wurde die hohe Eigenverantwortung im Flipped Classroom als problematisch eingeschätzt (P4, P6, P8). Einige Expert:innen verwiesen dabei auf negative Erfahrungen mit der Methode, insbesondere wenn Studierende ihre Aufgaben im Selbststudium nicht zuverlässig erledigen:

„Der Zeitplan wird durch eine Verzögerung schnell nicht mehr passen. Man sollte mehr Puffer einbauen.“ (P7)

„Der Flipped Classroom setzt voraus, dass die Studierenden sich zuhause eigenständig mit dem Stoff auseinandersetzen. Das erfordert viel Eigenmotivation und Disziplin. Wenn das nicht funktioniert, besteht die Gefahr, dass Lehrpersonen die Inhalte in der Präsenz doch wieder erklären und damit die Methode kaputt machen.“ (P4)

Darüber hinaus wurde auf mögliche Risiken für leistungsschwächere Studierende hingewiesen:

„Man könnte die Lernschwächsten verlieren, wenn bei ihnen grundlegende Dinge nicht sitzen.“ (P3)

Ein:e Befragte:r wies zudem auf die emotionale Komponente von Fehleranalysen im Plenum hin:

„Es trägt nicht zur Motivation bei, wenn man ein Projekt vor allen zeigt, in dem etwas nicht gelungen ist und dann wird womöglich noch ein individueller Fehler hervorgehoben. Das kann einige mental belasten. Auch wenn es didaktisch sinnvoll ist, muss man diese Ebene mitbedenken.“ (P8)

Diese Rückmeldung verdeutlicht, dass methodisch sinnvolle Ansätze wie die Fehleranalyse nicht automatisch positiv erlebt werden. Vor allem, wenn sie öffentlich oder mit persönlichem Bezug eingesetzt werden. Es wird deutlich, dass auch emotionale und soziale Aspekte bei der methodischen Gestaltung berücksichtigt werden sollten.

Insgesamt zeigen die Aussagen, dass das Konzept in seiner Struktur und Zielausrichtung grundsätzlich positiv bewertet wird. Gleichzeitig besteht Optimierungspotenzial in Bezug auf die Zeitplanung, die Verbindlichkeit der Vorbereitung sowie den sensiblen Umgang mit Fehlern im Gruppenrahmen.

Frage 10: Weitere Anmerkungen

In der letzten offenen Frage gaben die befragten Expert:innen ergänzende Hinweise und Verbesserungsvorschläge zum Konzept. Ein zentraler Punkt war die begrenzte Skalierbarkeit der Unterrichtseinheit. Mehrfach wurde angemerkt, dass das Konzept insbesondere bei größeren Gruppen an seine Grenzen stößt. Um individuelles Coaching und Feedback weiterhin gewährleisten zu können, wurde empfohlen, die Gruppengröße auf maximal 20 Teilnehmende zu beschränken (P6, P8). Ein Proband brachte es deutlich auf den Punkt:

„Das gesamte Konzept skaliert nicht. Es funktioniert bei einem kleinen Kurs mit 15 Leuten, aber ab über 20 nicht mehr.“ (P8)

Auch die Organisation der Projektphase wurde kritisch hinterfragt. Mehrere Expert:innen sprachen sich dafür aus, diese nicht als Gruppenarbeit, sondern als Einzelarbeit durchzuführen, um den individuellen Lerngewinn zu erhöhen (P5, P7). Die gemeinsame Bearbeitung einer Animationssequenz sei oft nicht bis zum Ende praktikabel, da der finale technische Zusammenschluss in der Regel von einer Einzelperson übernommen werde:

„Das parallele Arbeiten an einer Animationssequenz ist nicht bis zum Ende möglich. Irgendwann muss eine einzelne Person das alles zusammenfügen.“ (P5)

Zudem wurde auf die hohe Belastung der Lehrperson hingewiesen, insbesondere im Umgang mit individuellen Projekten und unterschiedlichen Fehlertypen. Die kontinuierliche Auseinandersetzung mit neuen Problemen und der damit verbundene Vorbereitungsaufwand wurden als kaum realistisch beschrieben:

„Das Konzept ist für die Lehrperson mental unglaublich anstrengend, wenn sie sich immer wieder in neue Projekte oder neue Fehler einarbeiten muss. Das ist realistisch nicht machbar.“ (P8)

Ein weiterer Vorschlag betraf die Flexibilisierung der Teilnahmeformate. In Anbetracht häufiger Wechsel zwischen Online- und Präsenzunterricht oder krankheitsbedingter Ausfälle regte ein:e Expert:in an, Studierenden eine Online-Teilnahme mit Bildschirmübertragung zu ermöglichen. Diese Option sei insbesondere für dieses Modul technisch gut umsetzbar:

„Gerade in diesem Modul wäre das möglich. Mit Bildschirmübertragungen kann man das Coaching mit Feedback auch online gut umsetzen.“ (P6)

Diese Anmerkungen machen deutlich, dass über die bestehende inhaltlich-didaktische Gestaltung hinaus auch strukturelle, organisatorische und mediale Rahmenbedingungen weiterentwickelt werden sollten, um die langfristige Durchführbarkeit und Belastbarkeit des Konzepts zu sichern.

Zusammenfassung

Die Auswertung der acht leitfadengestützten Expert:inneninterviews zeigt insgesamt ein überwiegend positives Bild des entwickelten Unterrichtskonzepts „Animation Blending in Unity“. Die vier formulierten Hypothesen (H1-H4) wurden in weiten Teilen durch die erhobenen Daten gestützt.

Besonders positiv bewertet wurden die logische Struktur der Einheit ($M = 4, 6$) sowie die Einbindung typischer Fehlerquellen ($M = 4, 5/4, 4$). Auch der Theorie-Praxis-Wechsel ($M = 4, 4$) und die didaktische Modellkombination ($M = 4, 4$) erhielten mehrheitlich hohe Zustimmung, wenngleich dort einzelne Kritikpunkte geäußert wurden, beispielsweise zur methodischen Dichte oder zur Eigenverantwortung im Flipped Classroom.

Kritischer fiel die Bewertung hinsichtlich der Zeitplanung ($M = 3, 8$), sowie der Materialien zur Nachbereitung aus. Hier wurde mehrfach auf das Fehlen von Pufferzeiten, zu enge Zeittakte, sowie auf unzureichende Selbstlerntauglichkeit der Präsentationsfolien hingewiesen.

Die offenen Fragen bestätigten den hohen Stellenwert praxisnaher Anwendungsphasen, den Wechsel der Unterrichtsmethoden und der Fehleranalyse. Diese Rückmeldungen zeigen, dass das Konzept nicht nur inhaltlich weiterentwickelt werden sollte, sondern auch durch klarere Abläufe, kleinere Gruppen und digitale Teilnahmeoptionen besser umsetzbar wäre.

Insgesamt belegen die Ergebnisse, dass das Konzept sowohl inhaltlich als auch didaktisch auf breite Zustimmung stößt, jedoch in einzelnen Punkten weiterentwickelt werden sollte, um den vielfältigen Anforderungen des Lehralltags nachhaltig gerecht zu werden.

7 Diskussion

In diesem Kapitel werden die zentralen Ergebnisse der Expertenbefragung interpretiert, in den theoretischen Kontext eingeordnet und praktische Implikationen abgeleitet. Zudem werden Limitationen der Studie sowie Ansätze für zukünftige Forschungen diskutiert.

7.1 Überprüfung der Hypothesen und Beantwortung der Forschungsfrage

Ziel dieses Abschnitts ist es, die vier in Kapitel 6.1.1 formulierten Hypothesen anhand der Interviewergebnisse zu prüfen und daraus die zentrale Forschungsfrage zu beantworten:

Forschungsfrage: *Wie kann ein Unterrichtskonzept zum Thema Animation Blending mit Blender und Unity didaktisch gestaltet werden, um von Expert:innen als logisch strukturiert, praxisrelevant und fehlerpräventiv bewertet zu werden?*

Hypothese H1: Logische Struktur und Kohärenz

These: Die Unterrichtseinheit und das Gesamtkonzept werden von lehrerfahrenen Expert:innen als verständlich, sinnvoll strukturiert und inhaltlich kohärent eingeschätzt.

Die Expert:innen bestätigten mit hoher Übereinstimmung, dass Aufbau und Gesamtkonzept durchgängig klar, nachvollziehbar und inhaltlich schlüssig gestaltet sind ($M = 4,6$; $SD = 0,5$). Sämtliche Rückmeldungen von „die Konzepte fließen sehr gut ein“ (P3) bis zu dem Hinweis, dass die didaktischen Grundprinzipien konsequent angewendet werden (P5), untermauern, dass die Hypothese H1 erfüllt ist. Damit ist der erste Bestandteil der Forschungsfrage eindeutig beantwortet: Die Struktur des Konzepts gilt als durchdacht und didaktisch fundiert.

Hypothese H2: Theorie-Praxis-Wechsel

These: Die Kombination aus Theorievermittlung, praktischer Anwendung und Fehleranalyse wird von den Expert:innen als lernförderlich beurteilt.

Mit einem Mittelwert von $M = 4,4$ ($SD = 0,8$) wurde der Wechsel zwischen Theorieinput, Live-Demonstration und anschließender Übung überwiegend positiv bewertet. Qualitative Aussagen wie „Vormachen und danach selbst anwenden fördert den Kompetenzaufbau“ (P8) bestätigen den didaktischen Mehrwert. Einzelne kritische Stimmen wiesen auf Zeitverluste bei mangelnder Aufmerksamkeit hin. Diese Einschränkung betrifft jedoch nicht die grundsätzliche Lernförderlichkeit. Somit wird H2 ebenfalls weitgehend gestützt.

Hypothese H3: Fehlereinbindung

These: Die Einbindung typischer Fehlerbilder wird von Expert:innen als geeignete Methode eingeschätzt, um die Fehlersensibilisierung der Studierenden zu fördern.

Die Integration typischer Fehlerquellen erreichte mit $M = 4,5$ ($SD = 0,5$) für die Erkennbarkeit und $M = 4,4$ ($SD = 0,7$) für die didaktische Eignung sehr hohe Werte. Aussagen wie „Fehlerquellen schulen das kritische Denken“ (P3) und „Fehlerbeispiele geben Sicherheit und motivieren“ (P6) belegen, dass die Einbindung von Fehlern bewusst zur Sensibilisierung beiträgt. H3 kann daher als voll bestätigt gelten.

Hypothese H4: Didaktische Modelle

These: Die Auswahl und Kombination der didaktischen Modelle (z. B. 4C/ID, Kognitive Meisterlehre, Flipped Classroom, PBL) in der Unterrichtseinheit und im Gesamtkonzept werden von Expert:innen als stimmig, wirksam und auf den Kompetenzaufbau ausgerichtet eingeschätzt.

Die Bewertung der Modellkombination (4C/ID, Kognitive Meisterlehre, Flipped Classroom, PBL) fiel mit $M = 4,4$ ($SD = 0,7$) durchweg positiv aus. Zwar wurde vereinzelt auf eine mögliche Überforderung durch viele Methodenwechsel hingewiesen (P5), doch insgesamt bestätigten Expert:innen, dass gerade die Vielfalt den unterschiedlichen Lernbedürfnissen gerecht wird („Chancen, die meisten Leute abzuholen“, P5). Damit ist auch H4 mehrheitlich bestätigt.

Fazit zur Forschungsfrage

Alle vier Hypothesen wurden durch die Expertenbefragung in hohem Maße gestützt. Das Unterrichtskonzept überzeugt demnach als logisch strukturierte, praxisorientierte und fehlerpräventive Einheit. Damit ist die zentrale Forschungsfrage klar beantwortet: Ein didaktisch aufgebautes Konzept, das Theorie, Praxis und systematische Fehlersensibilisierung kombiniert und verschiedene erprobte Modelle (4C/ID, Kognitive Meisterlehre, Flipped Classroom, PBL) integriert, wird von Expert:innen als durchgängig stimmig und wirksam eingeschätzt.

7.2 Abweichungen und kritische Reflexion

Zusammenfassend zeigt sich, dass die in Kapitel 6 dargestellten Ergebnisse zwar eine überwiegend positive Bewertung des Konzepts belegen, jedoch in einzelnen Bereichen einschränkende Bedingungen und kritische Aspekte sichtbar wurden, die für die praktische Umsetzung von zentraler Bedeutung sind. Diese betreffen weniger die grundsätzliche didaktische Qualität des Konzepts, sondern vielmehr die Rahmenbedingungen, unter denen es in der Lehre eingesetzt werden soll.

Zunächst wird deutlich, dass viele der beurteilten Maßnahmen, wie z. B. die Integration von Fehleranalysen, der Flipped-Classroom oder die Kombination mehrerer didaktischer Modelle nur unter bestimmten Voraussetzungen ihre volle Wirksamkeit entfalten können. So wurde

beispielsweise angemerkt, dass die geplanten Reflexions- und Feedbackphasen zeitlich zu knapp bemessen seien, um eine tiefgreifende Auseinandersetzung mit Fehlern zu ermöglichen. Auch wenn die Einbindung typischer Fehlerbilder grundsätzlich als lernförderlich wahrgenommen wurde, stieß der Vorschlag zur öffentlichen Besprechung individueller Fehler auf Bedenken hinsichtlich der emotionalen Belastung für die Studierenden. Diese Rückmeldung macht deutlich, dass didaktisch sinnvolle Ansätze nicht automatisch auch sozial unbedenklich oder emotional motivierend wirken.

Ähnlich fielen die Einschätzungen zur Aktivierung der Studierenden aus. Zwar wurden interaktive Elemente wie Kahoot oder Zusatzaufgaben grundsätzlich positiv bewertet, dennoch wurde mehrfach hervorgehoben, dass die tatsächliche Beteiligung stark vom Vorwissen, der intrinsischen Motivation sowie von der Modulart (Wahlpflicht vs. Pflicht) abhängt. Die qualitativ hochwertige Umsetzung einer Methode allein garantiert also noch keine hohe Beteiligung. Vielmehr braucht es strukturelle und motivationale Anreize, wie etwa Zwischenabgaben.

Auch der Wechsel zwischen verschiedenen didaktischen Modellen wurde nicht grundsätzlich in Frage gestellt, jedoch wurde angemerkt, dass die Umsetzung in einer 90-minütigen Einheit potenziell überfordernd wirken könne. Insbesondere bei weniger erfahrenen Studierenden bestehe die Gefahr, dass die Vielfalt der Methoden eher zur Verwirrung als zur Förderung beiträgt. Der Vorschlag, bestimmte Modelle auf separate Einheiten zu verteilen, verdeutlicht, dass methodische Vielfalt allein kein Qualitätsmerkmal ist, solange sie nicht lernlogisch abgestimmt und realistisch umsetzbar ist.

Nicht zuletzt wurde der Flipped Classroom in mehreren Interviews kritisch reflektiert. Während seine methodischen Stärken unbestritten sind, weist die Praxis darauf hin, dass nicht alle Studierenden die notwendige Eigenverantwortung und Disziplin für eine erfolgreiche Umsetzung mitbringen. Wird dies nicht beachtet, besteht die Gefahr, dass Lehrpersonen die Inhalte in der Präsenzzeit dennoch erklären müssen, wodurch der methodische Mehrwert verloren geht. In diesem Kontext zeigte sich auch, dass die Rollenklarheit im Gesamtkonzept noch verbessert werden sollte, insbesondere in Bezug auf die Aufgabenverteilung zwischen Selbstlernphasen und Lehrveranstaltungen.

Insgesamt verdeutlichen diese kritischen Rückmeldungen, dass die Wirksamkeit des Konzepts nicht allein von seiner didaktischen Struktur abhängt, sondern ebenfalls von seiner Einbettung in organisatorische, zeitliche und soziale Rahmenbedingungen beeinflusst wird. Für eine erfolgreiche Implementierung ist es daher unerlässlich, neben der inhaltlich-methodischen Planung auch Aspekte wie Gruppengröße, Zeitmanagement, Betreuungskapazität und emotionale Belastbarkeit mit zu berücksichtigen. Nur so kann gewährleistet werden, dass das Konzept nicht nur theoretisch überzeugt, sondern auch in der praktischen Umsetzung tragfähig und lernwirksam bleibt.

7.3 Limitationen der Studie

Wie bei jeder Untersuchung gibt es auch in dieser Studie bestimmte Einschränkungen, die bei der Bewertung der Ergebnisse beachtet werden sollten. Ein wichtiger Punkt ist die Anzahl der befragten Personen. Insgesamt wurden acht Expert:innen interviewt. Das ist für eine

qualitative Studie, bei der es vor allem darum geht, erste Einschätzungen zu sammeln, grundsätzlich ausreichend. Allerdings ist die Zahl zu klein, um daraus allgemeingültige Aussagen abzuleiten. Die Rückmeldungen geben vielmehr gut begründete persönliche Einschätzungen der Befragten wieder. Sie lassen sich nicht einfach auf alle Lehrpersonen oder andere Zielgruppen übertragen.

Außerdem hatten zwar alle Befragten Erfahrung in der Lehre, aber nicht alle verfügen über spezielles Fachwissen im Bereich Animation oder der Software Unity. Für die Bewertung der didaktischen Planung war das zwar nicht unbedingt notwendig, dennoch könnten Expert:innen aus dem technischen Bereich womöglich zu anderen Ergebnissen kommen oder andere Schwerpunkte setzen. Auch die Art der Befragung bringt gewisse Grenzen mit sich. Die Interviews folgten einem festen Leitfaden, was den Vergleich der Aussagen erleichtert hat. Gleichzeitig bleibt dabei aber wenig Raum für spontane Gedanken oder vertiefende Nachfragen, wie sie etwa in offenen Gesprächsformen möglich wären. Es kann außerdem sein, dass einige Personen dazu neigen, möglichst wohlwollend oder zustimmend zu antworten, weil sie dem Konzept oder der Fragestellung grundsätzlich positiv gegenüberstehen.

Ein weiterer Punkt ist der Zeitpunkt der Evaluation: Die Rückmeldungen der Expert:innen beziehen sich auf ein ausgearbeitetes Unterrichtskonzept und nicht auf eine tatsächliche Umsetzung in der Praxis. Die Aussagen beruhen also auf Vorstellung und Erfahrung, nicht auf der Beobachtung konkreter Unterrichtssituationen. Aussagen über den tatsächlichen Lernzuwachs oder die Wirkung auf Studierende bleiben daher zunächst theoretisch und müssten in einer Folgestudie mit Studierenden überprüft werden.

Schließlich sollte bedacht werden, dass die Auswertung der Interviews durch die Autorin erfolgte. Auch wenn die qualitative Inhaltsanalyse sorgfältig durchgeführt wurde, bleibt eine gewisse subjektive Interpretation immer bestehen. Welche Aussagen als besonders relevant gewertet und wie sie eingeordnet wurden, hängt auch von den Erfahrungen und Einschätzungen der auswertenden Person ab.

Insgesamt liefert die Studie wichtige Hinweise auf die Stärken und Herausforderungen des Unterrichtskonzepts. Gleichzeitig zeigt sich, dass weiterführende Forschungen notwendig sind, um die Aussagen zu vertiefen, zu überprüfen und auch unter realen Lehrbedingungen zu erproben.

7.4 Praktische Implikationen

Die Ergebnisse der Evaluation liefern verschiedene Hinweise darauf, wie das entwickelte Unterrichtskonzept in der Praxis weiter verbessert und angepasst werden kann. Auch wenn die Rückmeldungen der Expert:innen insgesamt positiv ausfielen, lassen sich daraus konkrete Empfehlungen für die Umsetzung ableiten. Ein zentrales Ergebnis war, dass die Struktur des Unterrichts gut nachvollziehbar und logisch aufgebaut ist. Diese klare Linie von Theorie, Demonstration und Anwendung sollte beibehalten und gegebenenfalls im Gesamtkonzept noch stärker durch Visualisierungen oder Ablaufübersichten konkretisiert werden, z. B. durch klar erkennbare Rollenverteilungen in den Selbstlernphasen.

Auch die Kombination verschiedener didaktischer Modelle (z. B. 4C/ID, PBL, Kognitive Meisterlehre und Flipped Classroom) wurde grundsätzlich positiv bewertet. Gleichzeitig zeigte sich, dass zu viele Methodenwechsel in kurzer Zeit überfordern können. In der Praxis kann es daher sinnvoll sein, sich pro Unterrichtseinheit auf ausgewählte Methoden zu konzentrieren, statt alle Konzepte gleichzeitig anzuwenden. Ähnlich wie es bereits in der Projektphase geplant ist.

Besondere Aufmerksamkeit sollte dem Umgang mit Fehleranalysen gewidmet werden. Diese wurden zwar als besonders lernförderlich eingeschätzt, allerdings wurde darauf hingewiesen, dass eine offene Besprechung individueller Fehler emotional belastend sein kann. In der Umsetzung empfiehlt es sich daher, Fehlerbeispiele möglichst anonymisiert oder auf freiwilliger Basis zu behandeln. Außerdem sollte ausreichend Zeit eingeplant werden, um Reflexion und Diskussion nicht nur oberflächlich anzureißen, sondern wirklich zu vertiefen.

Auch der Flipped Classroom wurde kritisch diskutiert. Damit er in der Praxis funktioniert, müssen Studierende gut vorbereitet sein und ihre Aufgaben im Selbststudium tatsächlich erledigen. Eine Möglichkeit, das zu unterstützen, besteht darin, verpflichtende Zwischenaufgaben oder kurze Selbsttests einzuführen. Diese können helfen, die Eigenverantwortung zu stärken, gleichzeitig aber auch eine gewisse Verbindlichkeit schaffen, die die Beteiligung erhöht.

Ein weiterer wichtiger Aspekt betrifft die Gruppengröße. Mehrere Expert:innen betonten, dass das Konzept vor allem in kleinen Gruppen sinnvoll umgesetzt werden kann. Um individuelle Betreuung zu ermöglichen und aktivierende Methoden wie Peer-Feedback oder Live-Coaching einzusetzen, sollte die Gruppe nicht mehr als 20 Teilnehmende umfassen. Schließlich wurde angeregt, auch digitale Teilnahmeformate zu ermöglichen, wenn Studierende krankheitsbedingt nicht in Präsenz teilnehmen können. Besonders bei technischen Inhalten wie der Arbeit mit Unity lassen sich viele Teile des Unterrichts auch über Bildschirmübertragung und Online-Coaching realisieren.

Insgesamt zeigen die Rückmeldungen, dass das Konzept inhaltlich überzeugt, in der Praxis jedoch gut vorbereitet, flexibel angepasst und kontinuierlich begleitet werden sollte. Nur dann kann es sein volles Potenzial entfalten und Studierende sowohl fachlich als auch methodisch sinnvoll fördern.

7.5 Forschungsperspektiven

Die vorliegende Evaluation konnte erste Einschätzungen zur Qualität und Umsetzbarkeit des Unterrichtskonzepts liefern. Gleichzeitig haben sich im Verlauf der Auswertung auch Fragen ergeben, die in zukünftigen Studien genauer untersucht werden sollten. Diese Forschungsperspektiven bieten Ansatzpunkte, um das Konzept weiterzuentwickeln und seine Wirkung unter realen Bedingungen zu überprüfen.

Ein nächster Schritt könnte darin bestehen, das Konzept in der Lehre mit Studierenden praktisch durchzuführen und anschließend systematisch zu evaluieren. Dabei wäre es hilfreich, nicht nur die Meinung der Lehrperson, sondern vor allem die Erfahrungen und Rückmeldun-

gen der Lernenden einzubeziehen. So ließen sich Fragen klären wie: Wird der Theorie-Praxis-Wechsel tatsächlich als hilfreich erlebt? Wie wird die Fehleranalyse im Plenum wahrgenommen? Welche Elemente fördern das Verständnis und die Motivation am meisten? Darüber hinaus wäre es sinnvoll, quantitative Daten zum Lernerfolg zu erheben, durch beispielsweise Vorher-Nachher-Vergleiche, um zu messen, ob Studierende durch das Konzept tatsächlich Kompetenzen aufbauen und typische Fehler besser vermeiden können. Auch die Auswirkungen einzelner didaktischer Modelle könnten in isolierten Studien gezielt untersucht werden, um ihre jeweilige Wirkung auf den Lernprozess zu verstehen.

Ein weiterer möglicher Forschungsschwerpunkt betrifft die Frage, unter welchen Bedingungen ein Konzept wie dieses besonders gut funktioniert, zum Beispiel in Bezug auf Gruppengröße, Vorwissen oder den Studienkontext. Denkbar wäre etwa ein Vergleich zwischen Pflicht- und Wahlpflichtmodulen oder zwischen rein digitalen und hybriden Lehrformaten.

Auch die emotionale Seite des Lernens, beispielsweise im Umgang mit Fehlern oder der Motivation in selbstgesteuerten Phasen, könnte vertiefend erforscht werden. Erste Hinweise aus den Interviews deuten darauf hin, dass Lernende sehr unterschiedlich auf öffentliches Feedback oder Fehlerbesprechungen reagieren, was eine sensiblere Gestaltung dieser Phasen erforderlich macht.

Schließlich könnten zukünftige Arbeiten darauf abzielen, aus den bisherigen Erfahrungen konkrete Empfehlungen oder Leitlinien für die Planung technischer Lehrinhalte in Unity oder ähnlichen Umgebungen abzuleiten. Ein Praxisleitfaden, der auf der Basis dieser und weiterer Evaluationen entsteht, könnte Lehrpersonen dabei unterstützen, ähnliche Konzepte selbstständig zu planen und umzusetzen. Insgesamt zeigen sich viele spannende und relevante Ansätze für weiterführende Forschung. Die vorliegende Arbeit kann dabei als Grundlage dienen, auf der zukünftige Studien aufbauen, mit dem Ziel, die Qualität der Hochschullehre im technischen Bereich weiter zu verbessern.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Diese Arbeit befasst sich mit der Entwicklung und Evaluation eines didaktischen Konzepts zur Vermittlung des Themas *Animation Blending in Unity und Blender* im Hochschulkontext. Ziel war es, ein Unterrichtsmodell zu gestalten, das technische Inhalte verständlich, praxisnah und lernwirksam vermittelt, mit besonderem Fokus auf Struktur, Anwendung und Fehlerprävention. Aufbauend auf verschiedenen etablierten Lehrmodellen (4C/ID, Kognitive Meisterlehre, Flipped Classroom, Projektbasiertes Lernen) wurde ein Konzept entworfen und eine konkrete Unterrichtseinheit detailliert ausgearbeitet.

Zur Evaluation wurden acht Expert:innen aus der Hochschullehre befragt, die das Konzept entlang definierter Kriterien bewerteten. Die Ergebnisse der Interviews zeigen, dass das entwickelte Konzept in wesentlichen Punkten überzeugt. Die klare Struktur und die Verbindung aus theoretischer Einführung, praktischer Anwendung und bewusster Fehlerbetrachtung wurden von den Befragten als besonders lernförderlich eingeschätzt. Auch die Einbindung typischer Fehlerbilder und die Nutzung interaktiver Methoden fanden breite Zustimmung. Gleichzeitig wurde betont, dass eine erfolgreiche Umsetzung stark von bestimmten Rahmenbedingungen abhängt, insbesondere von einer realistischen Zeitplanung, klarer Rollenzuweisung in Selbstlernphasen, einer begrenzten Gruppengröße und der Bereitschaft der Studierenden zur aktiven Mitarbeit.

Die Forschungsfrage lautet:

Wie kann ein Unterrichtskonzept zum Thema Animation Blending mit Blender und Unity didaktisch gestaltet werden, um von Expert:innen als logisch strukturiert, praxisrelevant und fehlerpräventiv bewertet zu werden?

Auf Grundlage der Evaluation lässt sich sagen, dass das Konzept diese Anforderungen in weiten Teilen erfüllt: Die Struktur wurde als klar und nachvollziehbar beschrieben, die Praxisnähe wurde durch authentische Anwendungsphasen und einen lernförderlichen Methodenmix erreicht, und die gezielte Einbindung typischer Fehlerbilder trägt zur Förderung eines bewussteren Umgangs mit Problemen in der Umsetzung bei. Damit kann die Forschungsfrage insgesamt als beantwortet gelten.

Für die weitere Entwicklung wäre es nun besonders wichtig, das Konzept in einer realen Lehrveranstaltung mit Studierenden umzusetzen. Erst durch die praktische Anwendung lassen sich Aussagen darüber treffen, wie die Einheit im konkreten Unterrichtsverlauf funktioniert, wie die Studierenden die Inhalte wahrnehmen und ob sich die erhofften Lerneffekte tatsächlich zeigen. Begleitend könnten dabei sowohl qualitative Rückmeldungen der Lernenden als auch quantitative Daten zu Lernzuwächsen oder Fehlerraten erhoben werden.

Darüber hinaus bietet das Konzept auch Potenzial zur Übertragung auf ähnliche Themenfelder in der technischen Lehre. Es kann als methodische Orientierung dienen, wie komplexe Inhalte verständlich, praxisnah und reflektiert vermittelt werden können, besonders in Lernumgebungen, in denen Fehlerverständnis und Anwendungskompetenz im Mittelpunkt stehen.

Anhang A: Statistiken

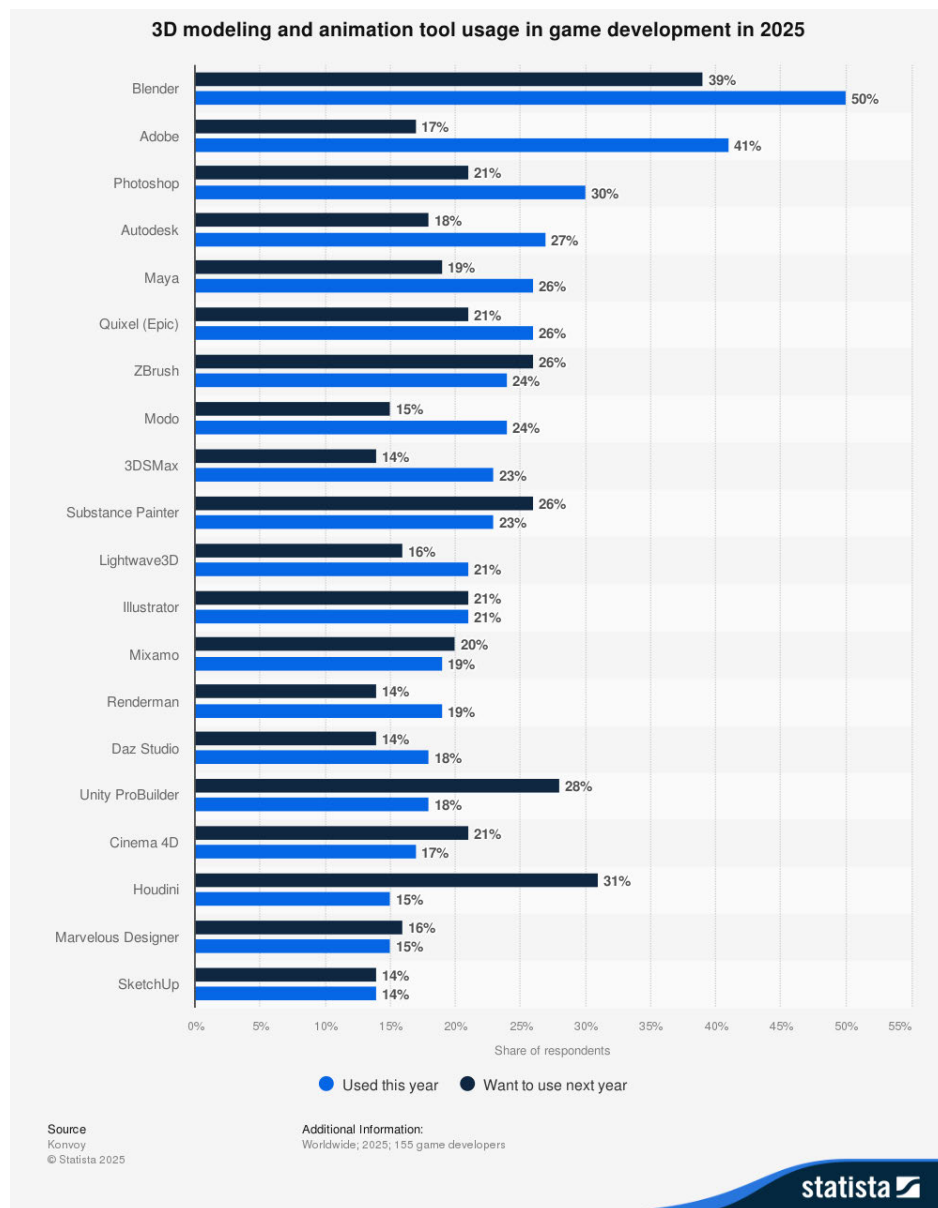


Abbildung A.1: Verwendung von 3D-Modelling- und Animationstools in der Spieleentwicklung im Jahr 2025 [[Kon25a](#)]

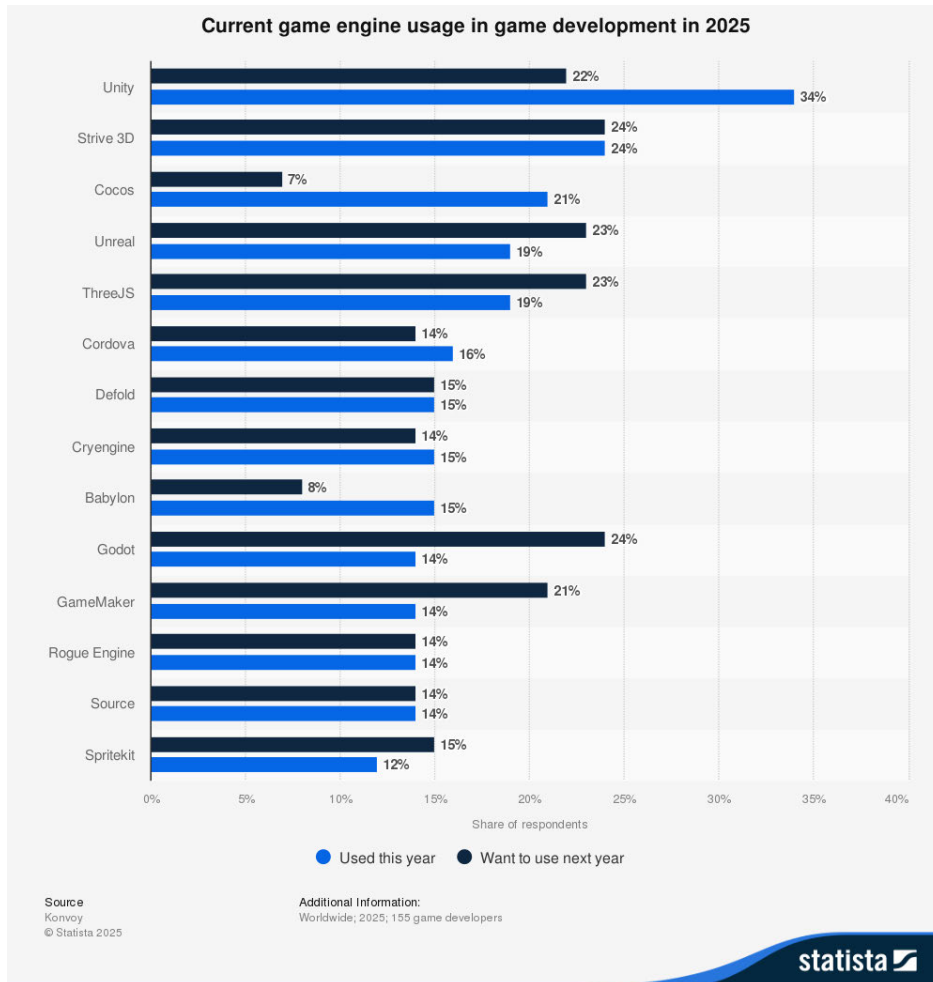


Abbildung A.2: Aktueller Einsatz von Game-Engines in der Spieleentwicklung 2025 [[Kon25b](#)]

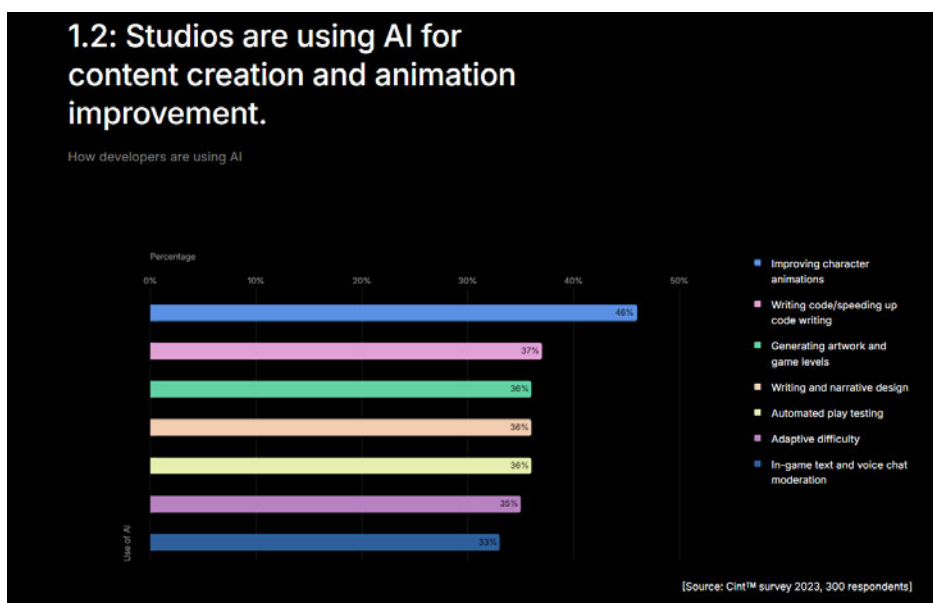


Abbildung A.3: Statistik: Wofür nutzen Entwickler KI? [[Tec24b](#)]

Glossar

Animation Blending Technik zur Kombination mehrerer Animationen, um fließende Übergänge zwischen Bewegungen zu erzeugen.

Animation Mask Isolierung von Körperbereichen für parallele Aktionen (z. B. Beine laufen + Arme werfen).

Animator Controller (Unity) Unity-Komponente zur Verwaltung von Animationszuständen und Übergängen.

Bewegungszustände (Keyposes) Schlüsselpositionen einer Animation, die als Ausgangs- oder Endpunkte für Übergänge dienen (z. B. "Idle", "Walk", "Run").

Blend Tree Unity-Tool zur Steuerung von Animationsübergängen mittels Parametern (z. B. Geschwindigkeit/Richtung).

Blender Open-Source-Software zum unter Anderem Erstellen und Bearbeiten von 3D-Animationen.

Bloom'sche Taxonomie Hierarchisches Modell zur Klassifikation kognitiver Lernziele.

Bézier-Interpolation Kurvenbasierte Interpolation mit Tangentensteuerung zur realistischen Bewegungsdarstellung.

Constraints Technische Einschränkungen, die anatomisch korrekte Bewegungen erzwingen (z. B. IK-Constraints gegen Foot-Sliding).

Constructive Alignment Didaktisches Prinzip, bei dem Lernziele, Methoden und Prüfungsformen aufeinander abgestimmt sind.

Didaktische Reduktion Vereinfachung komplexer Inhalte unter Beibehaltung der fachlichen Tiefe.

Euler-Winkel Rotationsdarstellung durch drei Achsenwinkel (X/Y/Z), anfällig für Gimbal Lock.

Flipped Classroom Unterrichtsmodell, bei dem theoretische Inhalte zu Hause und praktische Anwendungen in der Präsenzphase erfolgen.

Foot-Sliding Häufiger Animationsfehler, bei dem Füße unnatürlich über Oberflächen rutschen.

Four-Component Instructional Design (4C/ID-Modell) Modell zur Vermittlung komplexer kognitiver Fähigkeiten durch z.B. strukturierte Lernaufgaben.

Gimbal Lock Problem bei Euler-Winkeln: Verlust einer Rotationsachse bei Kollision zweier Achsen.

Idle Ruheanimation eines Charakters (z. B. Stehen oder Atmen), oft Startzustand für Bewegungsübergänge.

Interpolation Verfahren zur Berechnung von Zwischenwerten zwischen Keyframes (z.B. LERP, SLERP, Bézier).

Inverse Kinematics (IK) Dynamische Anpassung von Gelenken, um Endglieder (z. B. Füße) an Zielpositionen zu bewegen.

Joint Hierarchy Struktur eines Skelettsystems, bei dem Gelenke hierarchisch organisiert sind.

Keyframe Markierter Punkt auf einer Zeitachse, der eine bestimmte Pose oder Position in einer Animation definiert.

Keyframe-Animation Animationsmethode, bei der Schlüsselpositionen (Keyframes) definiert werden, zwischen denen automatisch interpoliert wird.

Kognitive Meisterlehre (Cognitive Apprenticeship) Lehrmodell mit 6 Phasen: Modelling, Coaching, Scaffolding, Articulation, Reflection, Exploration.

Künstliche Intelligenz (KI) Verfahren, bei denen Maschinen lernfähig Bewegungsdaten analysieren und Animationen automatisch anpassen.

Lernzielorientierung Ausrichtung des Unterrichts an konkreten, überprüfbaren Lernzielen.

Likert-Skala Standardisiertes Antwortformat zur Einschätzung von Aussagen auf einer mehrstufigen Skala (z. B. von 1 = „trifft gar nicht zu“ bis 5 = „trifft voll zu“).

Linear Interpolation (LERP) Einfache Interpolation mit gleichmäßigen Zwischenschritten, oft unnatürlich wirkend.

Makro-/Mikrodidaktik Planung auf der Ebene ganzer Semester vs. einzelner Unterrichtseinheiten.

Motion Graphs Datenbankgestütztes System zur Generierung natürlicher Bewegungen aus Motion-Capture-Daten.

Parameter Steuerbare Variablen in Animationstools, die Bewegungsübergänge kontrollieren (z. B. "Speed" für Geschwindigkeit oder "Direction" für Laufrichtung).

Projektbasiertes Lernen (PBL) Unterrichtsmodell, bei dem Wissen durch eigenständige Bearbeitung praxisnaher Projekte erworben wird.

Quaternionen Mathematische Darstellung von 3D-Rotationen ohne Gimbal Lock, effizienter als Euler-Winkel.

Rigging Prozess des Erstellens eines Knochensystems (Skelett/Rig) für 3D-Modelle, das Bewegungen steuert.

Root Motion Technik, bei der Positionsveränderungen einer Figur direkt aus der Animation abgeleitet werden, statt über Skripte gesteuert zu werden. Dies ermöglicht realistischere Bewegungen, stellt aber höhere Anforderungen an die Kontrolle durch das Animationssystem.

SMART-Ziele Kriterien zur präzisen Formulierung von Lernzielen: spezifisch, messbar, attraktiv, realistisch, terminiert.

Spherical Linear Interpolation (SLERP) Interpolation von Rotationen mithilfe von Quaternionen; vermeidet Gimbal Lock.

Standardabweichung (SD) Statistisches Maß zur Beschreibung der Streuung von Werten um den Mittelwert; zeigt an, wie stark Einzelurteile voneinander abweichen.

Unity Echtzeitfähige Game-Engine mit Unterstützung für Animation Blending.

Weight Painting Visualisierung von Bone-Einflussbereichen mittels Farbcodierung (Rot = volle Stärke, Blau = kein Einfluss).

Literaturverzeichnis

- [WB04] Jing Wang und Bobby Bodenheimer. „Computing the Duration of Motion Transitions: An Empirical Approach“. In: *Proceedings of the 2004 ACM SIGGRAPH/Eurographics Symposium on Computer Animation (SCA '04)*. Eurographics Association, 2004.
- [KG03] Lucas Kovar und Michael Gleicher. „Flexible Automatic Motion Blending with Registration Curves“. In: *Proceedings of the 2003 ACM SIGGRAPH/Eurographics Symposium on Computer Animation (SCA '03)*. Eurographics Association, 2003.
- [Col08] Michael Cole. *An Investigation into Animation Blending*. Techn. Ber. Zugriff am: 21. März 2025. Michael Cole Innovations, 2008.
- [BT11] John Biggs und Catherine Tang. *Teaching for Quality Learning at University*. 4. Aufl. Open University Press, 2011.
- [Kon25a] Konvoy. *3D modeling and animation tool usage in game development in 2025 [Graph]*. Statista. Retrieved April 22, 2025. 2025. url: <https://www.statista.com/statistics/1608028/3d-modeling-and-animation-tool-adoption-for-game-dev/>.
- [Kon25b] Konvoy. *Current game engine usage in game development in 2025 [Graph]*. Statista. Retrieved April 22, 2025. 2025. url: <https://www.statista.com/statistics/1608017/game-engine-adoption-for-game-dev/>.
- [Büh21] Peter Bühler. *3D mit Blender Modeling – Animation – Rendering*. ger. Springer eBook Collection. Springer Vieweg, 2021. isbn: 9783658362140.
- [Tec25] Unity Technologies. *Unity Documentation*. Besucht am 28.03.2025. März 2025. url: <https://docs.unity3d.com/Manual/index.html>.
- [CBN89] Allan Collins, John Seely Brown und Susan E. Newman. „Cognitive Apprenticeship: Teaching the Crafts of Reading, Writing, and Mathematics“. In: *Knowing, Learning, and Instruction: Essays in Honor of Robert Glaser*. Hrsg. von Lauren B. Resnick. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1989, S. 453–494. isbn: 978-0805804975.
- [MK17] Jeroen J. G. van Merriënboer und Paul A. Kirschner. *Ten Steps to Complex Learning: A Systematic Approach to Four-Component Instructional Design*. 3. Aufl. Routledge, 2017.
- [BS12] Jonathan Bergmann und Aaron Sams. *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. International Society for Technology in Education, 2012.
- [BT80] Howard S. Barrows und Robyn M. Tamblyn. *Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education*. Bd. 1. Springer Series on Medical Education. Springer Publishing Company, 1980.
- [Fin03] L. D. Fink. *Creating Significant Learning Experiences*. San Francisco, CA: Jossey-Bass, 2003.
- [KB84] Doris HU Kochanek und Richard H Bartels. „Interpolating splines with local tension, continuity, and bias control“. In: *Proceedings of the 11th annual conference on Computer graphics and interactive techniques*. Zugriff am: 27. März 2025. 1984, S. 33–41.

- [WH97] Douglas J Wiley und James K Hahn. „Interpolation synthesis of articulated figure motion“. In: *IEEE Computer Graphics and Applications* 17.6 (1997). Zugriff am: 31. März 2025, S. 39–45.
- [Sho85] Ken Shoemake. „Animating rotation with quaternion curves“. In: *Proceedings of the 12th annual conference on Computer graphics and interactive techniques*. Zugriff am: 1. April 2025. 1985, S. 245–254.
- [Grü24] Stefan M Grünvogel. „Interpolation und Bézier-Kurven“. In: *Einführung in die Computeranimation: Methoden, Algorithmen, Grundlagen*. Zugriff am: 1. April 2025. Springer, 2024, S. 173–226.
- [Fou25] Blender Foundation. *Blender 4.4 Reference Manual*. Besucht am 28.03.2025. März 2025. url: <https://docs.blender.org/manual/en/latest/>.
- [Eds03] Jerry Edsall. *Animation Blending: Achieving Inverse Kinematics and More*. Online. Zugriff am 29. März 2025. 2003. url: <https://www.gamedeveloper.com/programming/animation-blending-achieving-inverse-kinematics-and-more>.
- [JWL23] Yoon Jeong-Shick, Kim Won-Tae und Ecole Luthermillia. „Unity: A Powerful Tool for 3D Computer Animation Production“. In: *Journal of the Korea Computer Graphics Society* 29.3 (2023). Zugriff am: 30. März 2025, S. 45–57.
- [Ble25] Blender Studio. *Blender Studio*. Zugriff am: 7. April 2025. 2025. url: <https://studio.blender.org/welcome/>.
- [Uni25] Unity Technologies. *Unity Learn*. Zugriff am: 7. April 2025. 2025. url: <https://learn.unity.com/>.
- [Zac22] Zachariah, Shanti. „The definitive guide to animation in Unity“. In: *Unity Technologies* (2022). Zugriff am: 6. April 2025. url: <https://unity.com/resources/definitive-guide-animation-unity-2022-lts-ebook>.
- [Aut25] Autodesk, Inc. *Autodesk Maya – Überblick*. Zugriff am: 8. April 2025. 2025. url: <https://www.autodesk.com/de/products/maya/overview>.
- [Epi25] Epic Games. *Unreal Engine*. Zugriff am: 8. April 2025. 2025. url: <https://www.unrealengine.com/de>.
- [Rei15] Gabi Reinmann. *Studententext Didaktisches Design*. Zugriff am: 11. April 2025. 2015. url: https://gabi-reinmann.de/wp-content/uploads/2013/05/Studententext_DD_Sept2015.pdf.
- [Für16] Bärbel Fürstenau. *Lehr-Lern-Theorien: Behaviorismus, Kognitivismus, Konstruktivismus: Lernen und Expertise verstehen und fördern*. 2. korrigierte Auflage. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, 2016. isbn: 978-3-8340-1629-4.
- [Has92] Marcus Hasselhorn. „Metakognition und Lernen“. In: *Lernbedingungen und Lernstrategien: Welche Rolle spielen kognitive Verstehensstrukturen?* Hrsg. von Günter Nold. Tübingen: Narr, 1992, S. 35–63. isbn: 3-8233-4221-5.
- [Hum20] Sandra Hummel. *Grundlagen der Hochschullehre Teaching in Higher Education*. ger. 1st ed. 2020. Doing Higher Education. Springer, 2020. isbn: 9783658281816.
- [Blo+56] Benjamin S. Bloom u. a. *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Handbook I: Cognitive Domain*. Zugriff am: 13. April 2025. New York: Longmans, Green, 1956.

- [KBM64] David R. Krathwohl, Benjamin S. Bloom und Bertram B. Masia. *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Handbook II: Affective Domain*. David McKay Company, 1964.
- [Dor81] G. T. Doran. „There’s a S.M.A.R.T. Way to Write Management’s Goals and Objectives“. In: *Management Review* 70.11 (1981). Zugriff am: 13. April 2025, S. 35–36.
- [OR17] Hendrik den Ouden und Eva-Maria Rottlaender. *Hochschuldidaktik in der Praxis: Lehrveranstaltungen planen*. 1. Auflage. Stuttgart, Deutschland: Verlag Barbara Budrich, 2017, S. 161. eprint: <https://www.utb.de/doi/pdf/10.36198/9783838587196>. url: <https://www.utb.de/doi/abs/10.36198/9783838587196>.
- [Leh24] Martin Lehner. *Didaktische Reduktion*. 3. unv. Aufl. Stuttgart, Deutschland: Haupt, 2024, S. 216. eprint: <https://elibrary.utb.de/doi/pdf/10.36198/978383838562704>. url: <https://elibrary.utb.de/doi/abs/10.36198/978383838562704>.
- [Ker18] Michael Kerres. *Mediendidaktik. Konzeption und Entwicklung digitaler Lernangebote*. 5. Aufl. De Gruyter Studium. De Gruyter, 2018.
- [Ulr20] Immanuel Ulrich. *Gute Lehre in der Hochschule Praxistipps zur Planung und Gestaltung von Lehrveranstaltungen*. ger. 2nd ed. 2020. Springer eBook Collection. Schäffer-Poeschel, 2020. isbn: 9783658310707.
- [BV13] Jacob Lowell Bishop und Matthew A. Verleger. „The flipped classroom: A survey of the research“. In: *ASEE Annual Conference Proceedings* 120 (2013), S. 1–18. doi: [10.18260/1-2--22585](https://doi.org/10.18260/1-2--22585).
- [KGP02] Lucas Kovar, Michael Gleicher und Frédéric Pighin. „Motion graphs“. In: *Seminal Graphics Papers: Pushing the Boundaries, Volume 2*. Hrsg. von Mary C. Whitton. Zugriff am: 25. März 2025. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2002, S. 723–732.
- [Tec24a] Unity Technologies. *Unity Manual: Blend Trees*. Zugriff am 24.04.2025. 2024. url: <https://docs.unity3d.com/Manual/class-BlendTree.html>.
- [HKS17] Daniel Holden, Taku Komura und Jun Saito. „Phase-functioned neural networks for character control“. In: *ACM Transactions on Graphics (TOG)* 36.4 (2017). Zugriff am: 30. März 2025, S. 1–13.
- [Pen+22] Xue Bin Peng u. a. „Ase: Large-scale reusable adversarial skill embeddings for physically simulated characters“. In: *ACM Transactions On Graphics (TOG)* 41.4 (2022). Zugriff am: 30. März 2025, S. 1–17.
- [LS99] Jehee Lee und Sung Yong Shin. „A hierarchical approach to interactive motion editing for human-like figures“. In: *Proceedings of the 26th annual conference on Computer graphics and interactive techniques*. Zugriff am: 31. März 2025. 1999, S. 39–48.
- [Tec24b] Unity Technologies. *Unity Gaming Report 2024*. Cint™ survey 2023, 300 respondents, „How Developers are using AI“ Retrieved April 22, 2025. 2024. url: <https://unity.com/resources/gaming-report-2024>.
- [Tec17] Unity Technologies. *Cuphead – Made with Unity*. Zugriff am 1. April 2025. 2017. url: <https://unity.com/de/made-with-unity/cuphead>.
- [Stu17] Studio MDHR. *Cuphead*. [Video Game]. Zugriff am: 1. April 2025. 2017.

- [May14] Richard E. Mayer. *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Cambridge University Press, 2014. Kap. 1.
- [Las87] John Lasseter. „Principles of traditional animation applied to 3D computer animation“. In: *SIGGRAPH Comput. Graph.* 21.4 (Aug. 1987). Zugriff am: 3. April 2025, S. 35–44. issn: 0097-8930. url: <https://doi.org/10.1145/37402.37407>.
- [JT81] Ollie Johnston und Frank Thomas. *The illusion of life: Disney animation*. Disney Editions New York, 1981.
- [SPF03] Ari Shapiro, Fred Pighin und Petros Faloutsos. „Hybrid control for interactive character animation“. In: *11th Pacific Conference on Computer Graphics and Applications, 2003. Proceedings*. Zugriff am: 3. April 2025. IEEE. 2003, S. 455–461.
- [Shi+01] Hyun Joon Shin u. a. „Computer puppetry: An importance-based approach“. In: *ACM Transactions on Graphics (TOG)* 20.2 (2001). Zugriff am: 3. April 2025, S. 67–94.
- [Rob12] Steve Roberts. *Character Animation: 2D skills for better 3D*. Routledge, 2012.
- [EKT93] K. Anders Ericsson, Ralf Th. Krampe und Clemens Tesch-Römer. „The Role of Deliberate Practice in the Acquisition of Expert Performance“. In: *Psychological Review* 100.3 (1993). Zugriff am: 22. April 2025, S. 363–406.
- [Moo] Moodle HQ. *Moodle - Open-source learning platform*. Letzter Zugriff: 26. April 2025. url: <https://moodle.org>.
- [Kah] Kahoot! AS. *Kahoot! – Make learning awesome!* Zugriff am 6. Mai 2025. url: <https://kahoot.com/>.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich – Alina Meißner – an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe.

Sämtliche Stellen der Arbeit, die im Wortlaut oder dem Sinn nach Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren entnommen sind, habe ich als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt oder anderweitig veröffentlicht.

Mittweida, 03. Juni 2025

Ort, Datum



Alina Meißner